Communications Research Centre

DISPLAY OF TEXT ON TELEVISION

by

W.C. TREURNIET

CRC TECHNICAL NOTE NO. 705-E

Government of Canada
Department of Communications

Gouvernement du Canada
Ministère des Communications

OTTAWA, MAY 1981

Canada

85-6275/

COMMUNICATIONS RESEARCH CENTRE

DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS
CANADA

DISPLAY OF TEXT ON TELEVISION

by

W.C. Treurniet

(Information Technology Branch)

CRC TECHNICAL NOTE NO. 705-E

May 1981
OTTAWA

CAUTION
This information is furnished with the express understanding that:
Proprietary and patent rights will be protected.

SUMMARY

As part of the Department of Communication's efforts to facilitate the development of videotex services in Canada, the Behavioural Research Group has studied a number of issues related to the promotion of national and international standards. In particular, it was necessary to agree on the size and spacing of characters used in the composition of text so that text and graphics would always retain the intended spatial relationships on any video display adhering to the standard. The European 625 line television system has enough raster lines so that 24 rows of text can be displayed. For reasons of compatibility of page contents, it would be desirable to display the same number of rows on the North American 525 line system. However, a number of constraints compel us to adopt the position that only 20 rows of text should be displayed on videotex using the 525 line system. Televisions of most manufacturers overscan in both horizontal and vertical directions so that 80 percent of the total scan presently defines the safe title area. The resulting 193 lines per television field in the vertical direction permits 21.5 rows of characters with a 6 x 9 dot matrix or only 19 rows with a 6 x 10 dot matrix. An acceptable compromise of 20 rows of characters with a 6 x 10 matrix depends on an 83 percent safe title area. This document justifies the selection of a 6 x 10 character matrix. The following points relevant to the display of text on television need to be considered to determine the maximum number of rows of text that can be displayed.

OVERSCAN

Although there are 525 raster lines in one television frame, all of these lines cannot be used to display information. Forty-two of these lines occur during the vertical blanking interval, leaving 483 lines that could possibly be used. However, the SMPTE Recommended Practice 27.3 (1972) recommends that 80 percent of this image height be considered the "safe title image area within which the more important information must be confined to ensure visibility of the information". Eighty percent of the total frame translates to 386 raster lines that would be in the safe viewable area. Since each field must contain the same information in order to minimize flicker, the number of addressable points along the vertical axis in that area is 193.

CHARACTER MATRIX SIZE

The minimum letter height for good legibility has been addressed by several studies. For example, Smith (1979) studied legibility of letters on conventional print media and concluded that a letter subtense of 10 minutes of arc was required for 90 percent accuracy in recognition, while a subtense of 24 min. gave 100 percent accuracy. Seibert, Kasten, and Potter (1959) found that a subtense of at least 10 min. was required for 100 percent legibility of letters transmitted to a monitor via a TV camera. Hemingway and Erickson (1969), who also used a TV camera, found an inverse relationship between the subtense of the letter and the number of raster lines per symbol for angles between 6 and 16 minutes. The relationship for 95 percent accuracy was $S \times A = 90$, where S is the number of lines per symbol and A is the angular subtense of the symbol in minutes. This equation indicates that at least 9 scan lines should be used for a letter subtending 10 min. of arc.

Results obtained from systems displaying letters via a TV camera appear comparable to results from computer-driven dot-matrix displays. Snyder and Taylor (1979) found that the angle subtended by a dot-matrix character should be at least 10.8 min. for viewing distances less than 1.5 m. Shurtleff (1970) (reviewed in Scanlan and Carel, 1976) demonstrated that a 3 x 5 character matrix resulted in more identification errors and

slower identifications than a 5 x 7 matrix or larger. Buckle (1977) recommends, on the basis of a literature review, that 5 x 7 should be the minimum matrix size, and that 7 x 9 is to be preferred. He further recommends that a letter should subtend a minimum of 15 min. of arc.

The available evidence indicates, therefore, that a character should subtend a minimum height of 10 min, and that the dot-matrix should be at least 5 x 7. A matrix six rows high has not been tested probably because an even number of rows forces an unusual, and thus undesirable, asymmetry in letters such as "B", "E", and "H".

VIEWING DISTANCE

Thompson (1957) studied the viewing distance that viewers preferred when watching either an unmodulated raster or a live telecast. In both instances, the average preferred distance was the point at which the line structure began to be imperceptible. This distance was about seven times the picture height. These studies were done using the technology that existed 25 years ago, and the results may not apply to modern colour television picture tubes. However, there is no evidence to suggest that people would now view television from farther distances that would reduce the visual angle of objects in the display. In fact, line structure is even less evident on modern colour television displays.

LENGTH OF DESCENDER

Very little experimental work has been published on lower case fonts. Thus, the problem of descender length has not been addressed until the experiment by Treurniet (1980) summarized in this technical note. The experiment found that detection and recognition of descender characters was faster in a search task when the descender protruded below the line by one pixel, than when the "descender" did not descend at all. Further improvements were not obtained when the descender protruded more than one pixel. Thus it may be concluded that a descender aids legibility and that a length of one pixel is sufficient. The additional pixel for descenders extends the minimum height of the character matrix to eight pixels.

POSITION OF ACCENTS

This technical note describes an experiment conducted to obtain preference rankings regarding accent placements. Photographs of French text displayed on television were shown to twenty French-speaking people. In condition A, the accent was drawn entirely inside the 5 x 7 matrix without modifying the shape of the letters so that the accent was often in contact with the letter. In condition B, the accent was drawn entirely above the matrix in what would be the interline space. In condition C, the accent was drawn partly inside the matrix and partly in the interline space. Finally in condition D, the accent was drawn completely inside the matrix, reducing the height of accented letters in order to put a space between the accent and letter. The 20 rankings very strongly indicated that condition C was preferred. In this condition, the accent extended above the 5 x 8 matrix by one pixel.

SPACING BETWEEN LINES

The minimum space required between successive rows of text on television has been studied in legibility and preference experiments described in this technical note. The legibility experiment measured the time to locate a particular character in a row of random letters on a page of text. A 5 x 7 character matrix, with

additional lines added for descenders, was employed. Letter scanning rate was significantly increased when the space between rows was three pixels compared to spacings of one or two pixels. The latter two conditions did not differ. These row spacings are in addition to the space allowed for descenders. It can be argued that the effect of row spacing would not be obtained with the sequential and positional redundancies found in real text. However, it is also true that videotex pages will often contain pages of proper names and digit strings such as stock market quotations and train schedules. These may not contain much redundancy. Therefore, a space of three pixels is to be preferred.

In the preference experiment, 35 subjects were asked to read a short story of about 40 or 50 display pages. After each page, each subject was given the opportunity to change the spacing between rows on the following page. When two successive pages were read without a change in the spacing, that spacing was taken as a preferred spacing, and a new very wide or very narrow spacing was automatically presented on the next page. Subjects were asked to select the most preferred spacing. The mean of the last two preferred spacings for each subject was chosen as the dependent measure. Considerable variability of this measure across subjects was indicated by the range of 2.3 to 9.5 pixels. The overall mean was 4.8 pixels. If it is assumed that such an experiment did measure preferred spacing, it is clear that the preferred space between rows is not less than the best spacing inferred from the search task. Therefore, it may still be concluded that three pixels should separate rows of text.

The above points can be summarized as follows:

1. There are 193 addressable points in the vertical direction in the safe title area.

2. The average distance for viewing television may be considered to be less than equal to seven times the picture height.

3. The minimum character dot matrix size, excluding the space around a character, should be 5 x 7. This size subtends approximately 17 min. of arc at the distance noted in Item 2 which is considerably larger than the recommended minimum subtense of 10 min.

4. At least one line of pixels should be added to the bottom of the character matrix for descender characters.

5. At least one line of pixels should be added to the top of the character matrix for the accents found in the Latin languages.

6. The space between rows of text should be three pixels.

Consideration of these points leads to a recommendation for the maximum number of rows of text that should be displayed on North American videotex systems. The two extra matrix lines required for descenders and accents increases the height of the character matrix from seven to nine lines. The recommended interrow space of three pixels increases the space for one character to 12 lines. This would permit only 16 rows of text to be displayed with the 193 lines of pixels available. Compromising by reducing the interrow space to two pixels would permit display of 17 rows of text. A further reduction of the height of the character space to 10 lines of pixels can be obtained by replacing one line of the interrow space by the top line of the character matrix used for drawing accents. This permits display of 19 rows of text. The number of rows can be stretched to 20 by assuming that the safe title area is 83 rather than 80 percent of the total picture height.

Further reduction of the interline space by one pixel (i.e., a character height of 9 pixels) would permit display of 22 rows of text, but would also allow the undesirable possibility of an accent on a lower case letter

touching a descender character in the row above. Since there is no pressing reason to adopt a 22 row capability, a maximum of 20 rows of text is recommended. The 24 row display advocated by proponents of European videotex systems is clearly not desirable for North American systems in view of the overscan present in ordinary TV receivers.

Another factor affecting spacing between adjacent rows of characters is the need for accents on capital letters. The French language in Canada requires the use of accents on capitals, and the need may also arise elsewhere when other languages using accents are to be displayed. A matrix ten lines high is the minimum height within which an accent can be placed over a capital letter. Even then, the accent touches both the letter and a descender in the row above. Accenting a capital would be impossible with a matrix only nine lines high.

Preferably, there should be a space of one pixel immediately below the accent and at least one pixel immediately above the accent. Thus, the ideal minimum character space for drawing accents on capitals is two lines higher than the ten lines recommended without considering such a need. As discussed earlier, the resulting character space 12 lines in height would permit 16 rows of text to be displayed within the safe title area. The Canadian Telidon system was designed to permit spacing between rows to increase by increments of half the matrix height. Thus, accents on capital letters occupying a space ten lines high can be easily accommodated by increasing the space between rows by an additional five lines. A character space of fifteen lines provides ample room for placing accents on capital letters, and limits the number of rows of characters on the display to 13.

Additional conclusions and recommendations regarding the presentation of text on a video display follow from the work described in this technical note.

1. No difference was found in average speed of reading upper versus lower case text from the television display. Therefore, established convention may be followed in the choice of case for the display of text.

2. The results of legibility experiments suggest that the optimal spacings between letters and lines of text on a page is dependent on the design of the character set employed. Specifically, it was suggested that these spacings depend on the extent to which the letters fill the character matrix.

3. Proportional spacing is generally considered to improve the readability of a page of text. It should be implemented whenever possible.

4. When proportional spacing is used, the space character separating words should be reduced in width. For the 5 x 8 and the 7 x 11 character sets tested, the preferred space between words was six pixels when the space between letters within words was two pixels.

5. NTSC composite video input to the television display requires that care be exercised when designing the image contents. Proper character set design results in an acceptable black and white display of text. Colour combinations should be used with extreme caution because of the inevitability of chroma-crawl along the colour contours. Vertical line elements should be at least two pixels wide to be fully illuminated. RGB video input eliminates most of the problems inherent with NTSC composite video input. Therefore, RGB video input is most desirable.

6. Designing character sets is a skill or art that requires proper training. Presented in this report are character set styles created by professional graphic artists. They are recommended for use on television picture tubes with a shadow mask like that in the Electrohome Model C40-852 television receiver.

REFERENCES

Buckle, A.T., *A Review of the Liter.. ure on the Legibility of Alphanumerics on Electronic Displays*, U.S. Army Human Engineering Laboratory, Technical Memorandum 16-77, 1977.

Hemingway, J.C. and Erickson, R.A., *Relative Effects of Raster Scan Lines and Image Subtense on Symbol Legibility on Television*, Human Factors, 1969, 11:331-338.

Scanlan, L.A. and Carel, W.L., *Human Performance Evaluation of Matrix Displays: Literature and Technology Review*, Hughes Aircraft Company, AMRL-TR-76-39, 1976.

Seibert, W.F., Kasten, D.F. and Potter, J.R., *A Study of Factors Influencing the Legibility of Televised Characters*, Journal of the SMPTE, 1959, 68:467-472.

Shurtleff, D.A., *Studies of Display Symbol Legibility: XXI. The Relative Legibility of Symbols Formed From Matrices of Dots*, Tech. Rep. ESD-TR-69-432 (AD 702 491), Deputy for Tactical Systems, L.G. Hanscom Field, Bedford, Mass., 1970.

Smith, S.L., *Letter Size and Legibility*, Human Factors, 1979, 21:661-670.

Snyder, H.L. and Taylor, G.B., *The Sensitivity of Response Measures of Alphanumeric Legibility to Variations in Dot Matrix Display Parameters*, Human Factors, 1979, 21:457-471.

Thompson, F.T., *Television Line Structure Suppression*, Journal of the SMPTE, 1957, 66:602-606.

Treurniet, W.C., *Spacing of Characters on a Television Display*, In P.A. Kolers, M.E. Wrolstad, and H. Bouma (Eds.), Processing of Visible Language 2, New York: Plenum Press, 1980.

TABLE OF CONTENTS

SUMMARY v

ABSTRACT 1

INTRODUCTION 1

1. CURRENT TELEVISION STANDARDS 2

   1.1 Resolution 2

   1.2 Flicker 2

2. THE DISPLAY OF TEXT ON TELEVISION 3

   2.1 Experiments Measuring Performance 3

      2.1.1 Upper Case Versus Lower Case 3

      2.1.2 Character Size and Spacing 5

   2.2 Experiments Measuring Viewer Preference 7

      2.2.1 Placement of Accents 7

      2.2.2 Proportional Spacing of Letters 14

      2.2.3 Width of the Space Character 14

      2.2.4 Space Between Letters and Between Lines 17

   2.3 Red-Green-Blue (RGB) Versus NTSC Composite Video 19

3. CHARACTER SET DESIGN 26

4. CONCLUSIONS 40

5. ACKNOWLEDGEMENTS 41

6. REFERENCES 41

DISPLAY OF TEXT ON TELEVISION

by

W.C. Treurniet

ABSTRACT

A videotex service is a means whereby the general public will be able to access various kinds of information from central data bases. Textual and graphical information will be displayed on television receivers much like those currently used in people's homes. Technical and graphic design problems related to the display of such information on a colour television are addressed in this report. The results of several studies concerned with the display of text are described, and the relative merits of Red–Green–Blue versus composite video input are discussed.

INTRODUCTION

A television system should display visual information so that it corresponds satisfactorily to an average observer's visual capabilities and preferences (e.g. Condon, Bailey, Everitt, Fink and Smith, 1950). For this reason, it is sometimes necessary to recommend technical changes to the television system, or to recommend that the image content be constrained in various ways when new applications for television technology are devised. Major engineering changes to the television system are difficult and expensive to implement if backward compatibility is not maintained. Thus, colour was added to the monochrome system in such a way that monochrome receivers could display a colour video signal by simply ignoring the colour information. New applications such as videotex pose new questions regarding the adequacy of the television display characteristics.

Videotex services require satisfactory presentation of alphanumeric and other graphical material on static displays. When extensive reading is to be done from the television display, it is being used for a purpose for which it was not expressly designed. The restriction of limited television channel bandwidth has several perceptual consequences. Some of these consequences can be minimized by proper design of image content. Others require significant technical changes. This report briefly describes some relevant aspects of North American television standards, and discusses experiments and demonstrations concerned with the presentation of static video imagery.

1. CURRENT TELEVISION STANDARDS

In North America, the accepted standards for television transmission are those recommended by the National Television System Committee (NTSC) (see Pritchard (1977) for a review). These standards impose restrictions on how the radio frequency spectrum can be used to transmit and receive television signals. New innovations in broadcasting must be compatible with these existing standards to minimize obsolescence of television equipment. The standards limit television displays mainly in terms of resolution and image flicker.

1.1 RESOLUTION

Television pictures are the result of horizontal scan lines that are displayed sequentially by an electron beam on the face of a cathode-ray tube. The total image frame is composed of 525 scan lines. Since a number of lines occur during the vertical blanking interval when the electron beam returns from the bottom to the top of the screen, about 483 lines may contain video information. Each frame is further divided into two fields so that each field consists of alternate lines of the image frame. The technique of placing adjacent scan lines in alternate fields is called "line interlace". Each field is presented at a rate of 30 Hz. The complete image frame therefore, is redisplayed at the rate of 30 Hz. Because one and then the other of the two fields is presented every 1/60 sec, the image appears to be redisplayed at a rate of 60 Hz when the observer is sufficiently far away that successive raster lines are indistinguishable. The 483 scan lines place an upper limit on the vertical resolution with which an image can be displayed.

Horizontal resolution is determined by how quickly the intensity of the electron beam can change as it scans the line. In colour receivers using a shadow-mask picture tube, each line is subdivided into a series of red, green and blue circular or rectangular elements. The distance between successive groups of three elements places one limit on the horizontal resolution. The members of a pair of elements of a given colour are separated by two elements of the other two colours. Elements of the same colour are staggered on successive lines. The decrement in horizontal resolution caused by the addition of colour information to the fixed bandwidth video signal is reduced by a technique known as "mixed highs". This procedure uses the fact that the eye's "acuity for detail residing in colour differences is less than half as great as the acuity for detail residing in brightness" (Bedford, 1950). This differential sensitivity to intensity and colour allowed television designers to reduce the amount of colour detail without significantly degrading the appearance of the image. Only fine details with respect to luminance differences were required. The luminance signal is derived by mixing the highest frequencies in the three colour signals before transmission. The resulting signal is represented at the receiver as shades of gray. Consequently, very fine colour details in a television image are represented by brightness variations alone. Further, intermediate colour detail is adequately represented by a two-colour process resulting in orange and cyan. Only large coloured areas require all three primary colours of red, green, and blue for adequate reproduction. By transmitting only information that the eye can discriminate, the resolution provided by a colour image was enhanced within the restriction of the available bandwidth. Horizontal resolution, then, is limited by the available bandwidth as well as the design of the colour dot layout on the face of the picture tube.

1.2 FLICKER

As indicated in the last section, the interlaced image frame appears to be presented at the rate of 60 Hz. This rate was considered fast enough to maintain the appearance of constant luminance of a picture of adequate brightness when the picture is repetitively refreshed. Too low a refresh rate results in annoying flicker of the image, while a refresh rate higher than the minimum necessary to avoid flicker is wasteful of bandwidth.

Two types of television flicker have been distinguished. "Large-area flicker" is observed when a bright part of the image subtends a relatively large visual angle. "Small-area flicker" appears when detail in a picture is of the size of a few picture elements or a few scanning lines. This type of flicker is most noticeable when the picture is inspected closely. One form of small-area flicker is interline flicker which occurs when horizontal

detail is shown on only one scan line. Such detail is refreshed at a rate of 30 Hz which is at or below critical flicker fusion frequency for most people. Small-area flicker is also manifested as line crawl, which is an apparent upward or downward motion of lines due to successive illumination of adjacent lines in bright parts of the image. The effect may be caused by vertical movement of picture content.

Flicker can be reduced either by reducing the image intensity or by increasing the refresh rate of the image. When the available bandwidth is fixed, an increase in refresh rate requires a reduction in resolution, while a reduction in image intensity produces a possibly undesirable reduction in contrast or the dynamic range of intensity.

2. THE DISPLAY OF TEXT ON TELEVISION

The number of addressable picture elements (pixels) on the television display determines the maximum density of textual information that can be displayed. Since the number of pixels is fixed by the character generator hardware, the number of words that can be displayed depends on the number of pixels used to draw each letter. It is generally accepted on the basis of legibility studies that a 5 x 7 dot-matrix is the minimum size for adequate representation of characters (e.g., Scanlan and Carel, 1976). Further variation in the amount of text that can be displayed arises from the spacing between letters, words, and lines, and from the use of proportional spacing. Proportional spacing is the reduction of the letter matrix width to match the width of the letter. The most desirable spacings will probably depend to some extent on the bandwidth of the signal carrying the information. Thus, the NTSC composite video signal may require different spacings than a wider bandwidth Red, Green, and Blue (RGB) video signal. RGB video input drives the three CRT electron guns directly and is not limited to the bandwidth imposed by the NTSC standards.

The following experiments employed a Norpak RGP500 graphics processor to generate text on a display with 240 vertical, and 320 horizontal, addressable picture elements. Letter spacing requirements were studied with an RGB display, and problems specific to composite video displays are also demonstrated and discussed.

2.1 EXPERIMENTS MEASURING PERFORMANCE

Most experimental work with dot-matrix character design has been done with upper case characters. It was not clear at the beginning of the project whether experiments on reading from television should be done with all capitals or with lower case text. Therefore, the first experiments examined the readability of upper versus lower case text using a validated speed of reading test. A search task was used in subsequent experiments to study the legibility of characters when the spacings between characters and lines were varied.

2.1.1 Upper Case Versus Lower Case

We are most accustomed to reading textual information in lower case. Several reports in the literature suggest that lower case is preferred because it is read more quickly at normal reading distances than all capitals. (Breland and Breland, 1944; Paterson and Tinker, 1946; Warren, 1942), and that it is also comprehended better (Poulton and Brown, 1968). Faster and improved processing of lower case text may occur because more information about word shapes and word boundaries is available in the visual periphery. This hypothesis is supported by an earlier study (Tinker and Paterson, 1939) that found more eye fixation pauses while reading upper case text than while reading lower case text. If peripheral processing is better when text is lower case, the difference between speed of reading upper and lower case text from paper should also be found when reading from a television display.

A pilot study was performed to determine how reading performance varies as a function of reading distance when text is presented on a video display in either upper or lower case. Reading rate was determined using the Basic Reading Rate Scale (Carver, 1971), a modification of the Tinker Speed of Reading Test (Tinker,

1955). This test requires identification of a word that does not fit the context of a sentence or sentences consisting of about 30 words. Since comprehension is easy, the speed of identification is considered to measure perceptual processes. For example, a test item might be as follows: Whenever I go to the park, I take a baseball, bat, and glove, and anything else I need to sleep. In this example, the word "sleep" is obviously the word that does not fit the context of the sentence. Carver (1971) reports that the test has high reliability (.96) and it also appears to have validity since comprehension is required to perform correctly.

The text was displayed on a 17 inch black and white Setchell-Carlson monitor with base-band video input. Characters were designed on a 5 x 7 dot-matrix that spanned a height of 14 scan lines on the display. Subjects' oral responses were detected by an electronic voice switch. Voice onset resulted in erasure of the display, and the experimenter initiated the next display with a press of a push button. Reading times were measured to the nearest msec by a computer controlled clock.

Subjects were instructed to read the sentences as fast as they could, and to say the inappropriate word as soon as it was identified. Three reading distances of 18 in, 40 in, and 84 in were investigated. Each subject experienced only one reading distance, but read both upper and lower case text. Text content and order of case was counterbalanced across subjects.

Analysis of the experiment showed no effect on reading rate of reading distance or case of text. This result was not anticipated, and a second experiment was performed to test hypotheses to explain the unexpected finding.

In earlier work that had found differences in speed of reading upper and lower case text using the same task, subjects were permitted to progress at their own speed from one item to the next. In the above experiment, subjects were constrained by the experimenter in this regard. This methodological difference may have interfered somehow in the reading process. Another difference between the experiments was the relative stability of the displays. Whereas paper provides a stable display, the video medium tends to flicker somewhat because of the 30 Hz refresh rate. This instability may have interfered with the use of peripheral information, thus causing lower case to give results similar to upper case. The second experiment was performed to determine if the difference in speed of reading upper and lower case text could be obtained under conditions similar to those employed by other investigators, and to evaluate the effect of television flicker on reading performance.

Again, texts to be read were items from the Basic Reading Rate Scale (Carver, 1971). In this experiment however, subjects read from three different media. Items were read in upper or lower case from paper to approximate conditions of experiments that found an effect of case on reading rate. Times to read 10 items were measured with a stopwatch. Items were also presented on the video display in two manners. One way was to create the characters on the display by exciting the display phosphor with the electron beam. The other way was to project photographic images of these displays onto the unilluminated television screen with a slide projector. The latter method preserved the luminance and content of each display, but eliminated any flicker that might have been present. Although all subjects were exposed to the three media, the design of the experiment using the paper medium was treated separately from the design of the experiment using the televised and projected displays. This was done to permit partial counterbalancing of experimental conditions and materials. Counterbalancing would have been unmanageable if all conditions had been included in one large design. This compromise does not permit comparisons of absolute speed of reading from paper and the other two media because of a confound with text content.

Each experimental condition consisted of ten trials. Therefore, since each subject was exposed to upper and lower case in each of three media conditions, each session consisted of 60 items to be read. Thirty-two people participated in the experiment.

Analysis of mean reading times again showed no significant effect of case on reading rate using any of the three media. Also, no interaction was found between case and televised versus projected images. The results suggest either that no difference in speed of reading upper and lower case exists for the character set employed,

or the Speed of Reading Test is not sensitive enough to consistently detect such a difference. Other studies that did find the effect either used a large number of subjects with the attendant increase in statistical power (e.g., Paterson and Tinker, 1946) or used experimental conditions more extreme than those imposed by a mere difference in case (Snyder and Maddox, 1978).

An indication of the similarity of reading from the paper and television media was found in the second experiment by a further post hoc analysis. A linear regression was performed between people's mean time reading from paper and their mean time reading from the television screen. The slope of the resulting regression line was .92 and the correlation between the two variables was a highly significant .86. These values indicate that a change from one person to the next in time of reading from paper was accompanied by a similar change in time reading from television. In other words, if a person is a fast (slow) reader using one medium, he tends to be fast (slow) using the other medium as well.

Since the experiments found no effect of case on speed of reading from television, it appears that the most desirable case of text may be dictated more by preference than by performance. Consequently, there appears to be no good reason why established practice should not be followed in the choice of letter case.

2.1.2 Character Size and Spacing

Character size and spacing have a direct impact on the amount of text that can be displayed on a television screen. On raster displays, characters are created by illuminating dots within a matrix of a particular size. When the matrix is quite small, characters tend to appear rectangular. However, they are usually easily recognizable when dot matrices are equal to or larger than 5 x 7 (Scanlan and Carel, 1976). Shurtieff (1967) has recommended that a minimum of 10 television raster lines be used for the display of alphanumeric symbols using a conventional television camera as the source of the displayed material. This is less than the 14 lines that would be used by a 5 x 7 matrix using two raster lines per picture element (pixel).

The spaces between characters and lines of text must be standardized for the purpose of annotating graphics. Specifically, if words were displayed with different interletter spacings than intended by the picture creator, they would not retain the proper spatial relationships with any accompanying graphics. The spacings chosen as the standard should be large enough to permit good legibility, yet not so large that the amount of text that can be displayed is significantly reduced.

An experiment that studies the effect of various spacings on the legibility of letters has been reported in detail elsewhere (Treurniet, 1980). In that experiment, letters were presented on a CONRAC Model RHN 19/C 19 inch RGB colour monitor which has circular phosphor elements. The letters were displayed in white (6500 degrees colour temperature equivalent) on a colourless background. The intensity of the fully illuminated display was adjusted to be 14 foot lamberts, and the ambient room lighting was approximately 34 foot candles. A full screen of randomly selected 5 x 7 characters was presented on each trial. The subject was to attend only to a row of characters near the center of the display. Locating this critical row was facilitated by placing a "plus" symbol adjacent to it in the left margin. The subject's task was to identify the first letter in the critical row, locate the same letter elsewhere in the row, and say the name of the letter immediately following the second occurrance of this target letter. If the target letter was not found in the row, the subject was instructed not to retrace, but to say the name of the letter at the end of the row. The target letter was always one of the letters "g", "j", "p", "q", and "y". This set of target letters permitted the length of descenders to be manipulated as well as the horizontal and vertical spacing between the letters. The descender extended below the line by either 0, 1, or 2 pixels, while the horizontal and vertical spacings were either 1, 2, or 3 pixels. All three variables were varied in a factorial design, and each observer was exposed to all experimental conditions. The dependent measures were scanning time per letter when the target was located, and the frequency with which the letter at the end of the row was reported.

Analysis of the results showed no interactions between any of the independent variables. However, all main effects were significant when scanning rate was the dependent measure. Scanning rate was significantly reduced when the descender did not extend below the line, but there was no difference between an extension

of one or two pixels. Scanning rate was significantly increased when the space between lines of letters was increased to three pixels, but there was no difference between a space of one or two pixels. Finally, scanning rate decreased significantly with each increment in spacing between letters on the line. However, analysis of miss frequencies showed that the smallest space of one pixel resulted in significantly more misses that did spaces of two or three pixels. The latter two spacings did not produce a significant difference in the number of search targets missed.

These data led to the conclusion that, for best legibility, the descender should extend below the line by at least one pixel, that the space between rows of letters should be at least three pixels, and that the space between letters on a row should be two pixels. When these dimensions are added to the basic 5 x 7 character matrix, the area occupied by a character and the accompnaying space measures 7 pixels by 11 pixels.

Because of the restrictions imposed on the number of scan lines by the NTSC television standard, only about 240 pixels can be displayed vertically. This number needs to be reduced by 20 percent (SMPTE Recommended Practice 27.3, 1972) to 193 to allow for the overscan built into television receivers by manufacturers. A simple calculation shows that the 7 x 11 matrix size permits display of 17 rows of characters in this area. Assuming only 16 percent vertical overscan, and reducing the inter-row space to two pixels permits display of 20 rows of text. The number of pixels that can be displayed horizontally is limited by the bandwidth specified in the NTSC standard, as well as the number of colour elements on the picture tube shadow mask. In practice, these constraints allow a maximum of about 40 characters to be displayed on the television screen.

A larger, 7 x 9 character set is thought to improve legibility by some authors (e.g., Buckle, 1977). For this reason, it was felt that videotex terminals should provide an additional larger character set based on a 7 x 9 character matrix. The above experiment was repeated with a 7 x 9 character set instead of the 5 x 7 character set in order to determine the inter-character and inter-row spacings required. Instead of the CONRAC monitor, the experiment employed an Electrohome Model C40-852 colour television receiver modified for RGB video input. This change was made because the Electrohome receiver was to be used in forthcoming videotex field trials.

Analysis of the results of this experiment also showed no interactions between any of the independent variables. However, scanning rate was influenced significantly by two of the independent variables. Each decrement in horizontal spacing produced a significant increase in scanning rate. Although the scanning rate measure alone suggests that the minimum spacing gives the highest rate of information input, analysis of miss frequencies indicated that a space of three pixels between letters resulted in significantly fewer misses than the two smaller spacings. The latter two did not differ. These data suggest that too high a rate of character input encouraged by the smaller spacings caused less accurate target detection. The slower input rate with a spacing of three pixels was associated with a lower miss frequency.

Scanning rate was also affected by the length of descenders. Each increment in length produced a significant increase in scanning rate. Further, the frequency of misses decreased significantly with each increase in descender length. Thus, it appears that performance had not yet asymptoted with the longest descender length of two pixels.

Unlike the previous experiment, varying the spacing between rows of letters did not affect scanning rate.

This experiment suggests that for 7 x 9 characters, descenders should extend below the line by at least two pixels, that letters should have a horizontal separation of three pixels, and that the space between lines can be as little as one pixel. Adding these amounts to the basic 7 x 9 matrix makes the area occupied by a character and the accompanying space 10 pixels by 12 pixels. These dimensions permit 18 lines of 28 characters/line to be presented in the visible display area.

The results of the two studies show that the effect of descender length, and horizontal and vertical spacing on legibility is not independent of character matrix size. This dependency might be attributable to the differences in the ratio of stroke width to matrix size (SW/MS). When this ratio is small, the interior of letters

appears more empty than when the ratio is larger. The impression of emptyness within the letter structure may decrease letter discriminability when letters are very close together. In other words, recognition of the space between letters is more difficult when the average empty area within letters is larger. However, the difference between character sets with respect to best vertical spacing is contrary to this hypothesis. The character set with the larger SW/MS ratio appeared to require a larger instead of smaller space between lines. As an alternative hypotheses, the vertical spacing may affect the impression of overall density of letter strokes on the page. Too high a density may interfere with perceptual processes at the fovea. Breitmeyer and Valberg (1979) have shown that peripheral stimulation can produce foveal inhibition. The high density associated with a relatively large SW/MS ratio can be decreased by increasing the space between lines. With a smaller SW/MS ratio, the extra spacing between lines would not be required to improve legibility. These hypotheses can be tested directly by repeating the second experiment using the same size character set but with a thicker stroke. The hypotheses predict that such a character set will require more space between the lines and less space between the characters on a line. Further work, to be reported elsewhere, has confirmed these predictions. The results showed that the spacing between these characters can be reduced to one pixel, and therefore, that at least 32 characters can be displayed on one row of text.

2.2 EXPERIMENTS MEASURING VIEWER PREFERENCE

Some aspects of displays are not easily evaluated with performance measures. In these cases, relative preference ratings can often provide a quick indication of how a display should be constructed. An individual's preference regarding the display of text is heavily conditioned by past experience, and obtained ratings likely reflect how well the stimulus material matches that which is familiar. The method of obtaining preference rankings was used to study placement of accents on letters, and spacing between letters, words, and lines of text.

2.2.1 Placement of Accents

The character sets employed in Figures 1 to 4 were created to show the effects of different placements of accents. The basic 5 x 7 character matrix was extended to 5 x 8 to provide one line of pixels for drawing letters with descenders. Accent placements are described as follows:

Method 1:

All accents on both upper and lower case letters are squeezed into the top two lines of the 5 x 8 character matrix. Both upper and lower case letters are reduced in height where possible to allow a space of one pixel between the accent and the letter. Figure 1 displays this placement of accents.

Method 2:

All accents are placed on the top two lines of the 5 x 8 character matrix. Accented letter shapes and sizes are identical to non-accented letters. Consequently, upper case letters in this set cannot have accents, and little or no separation can exist between accents and lower case letters. Figure 2 displays this placement of accents.

Method 3:

All accents are placed entirely above the 5 x 8 character matrix in an interrow space three pixels wide. Little or no separation can exist between accents and upper case letters, while two pixels separate accents and lower case letters. Figure 3 displays this placement of accents.

Method 4:

Accents on upper case letters are placed above the 5 x 8 character matrix in an interrowspace three pixels wide. Accents on lower case letters extend into the character matrix and use only one pixel of the interrowspace. Figure 4 displays this placement of accents.

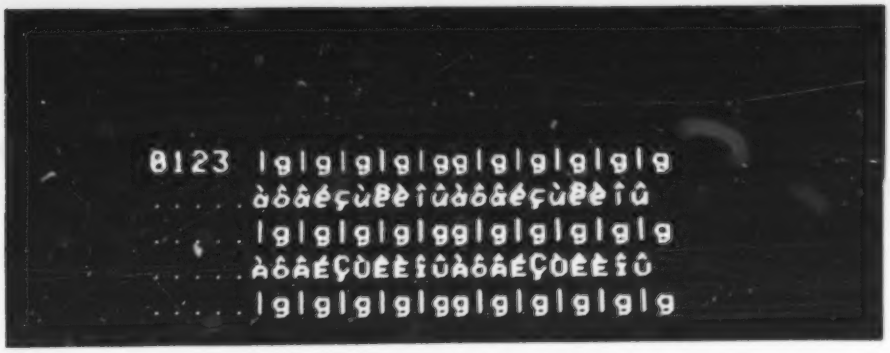


Figure 1(a). Accent Placements of Method 1 Shown in Relation to Ascending and Descending Letters

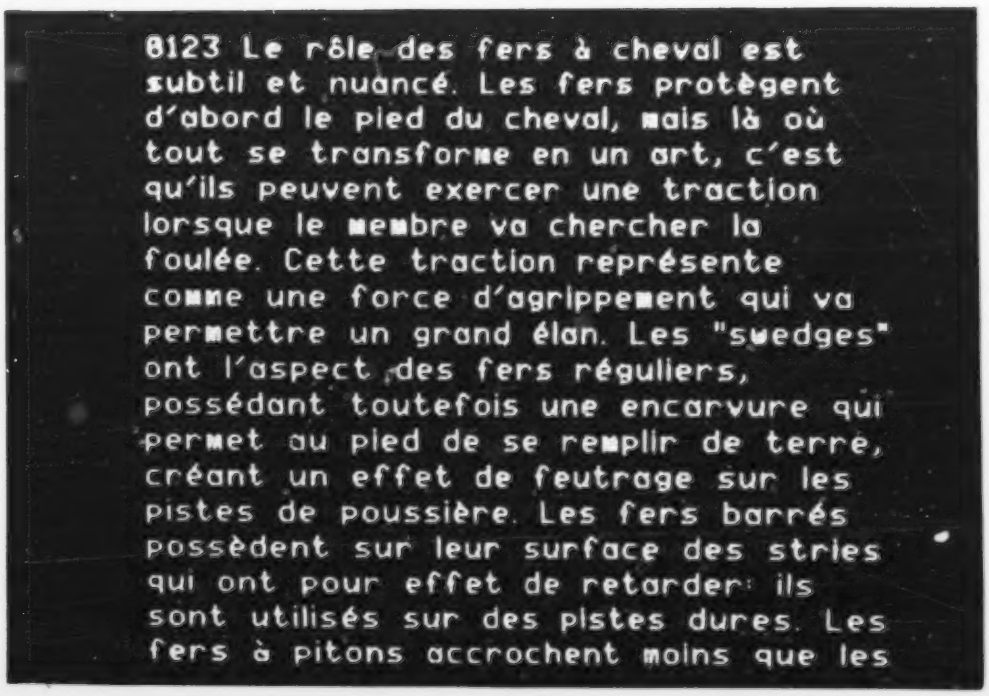


Figure 1(b). Accent Placements of Method 1 Shown in the Context of Lower Case Text

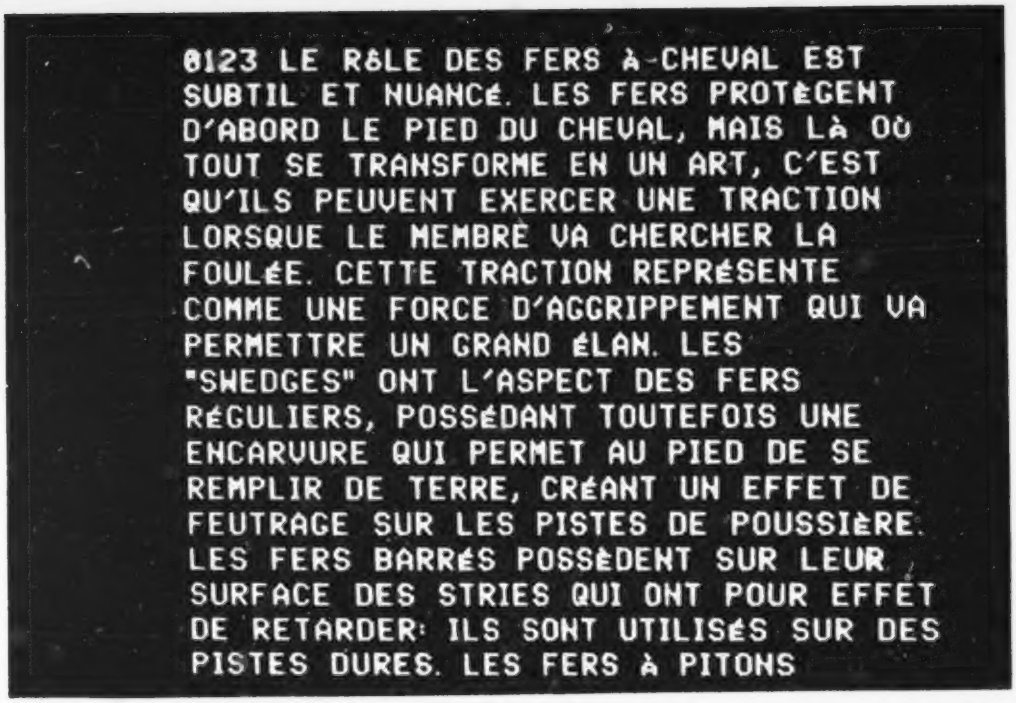


Figure 1(c). Accent Placements of Method 1 Shown in the Context of Upper Case Text

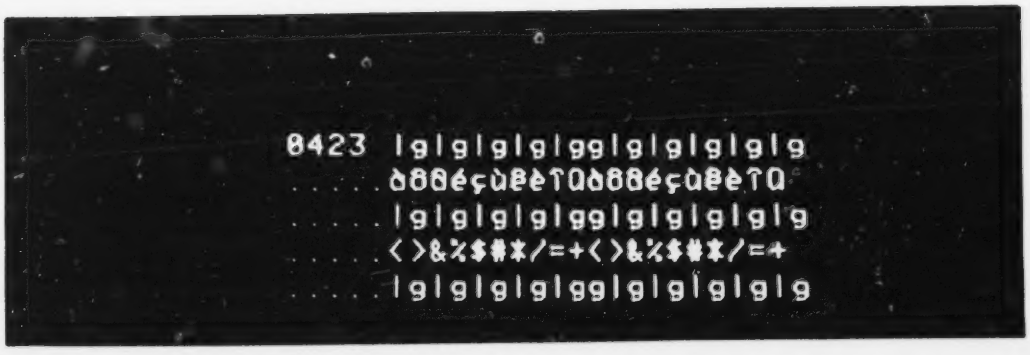


Figure 2(a). Accent Placements of Method 2 Shown in Relation to Ascending and Descending Letters

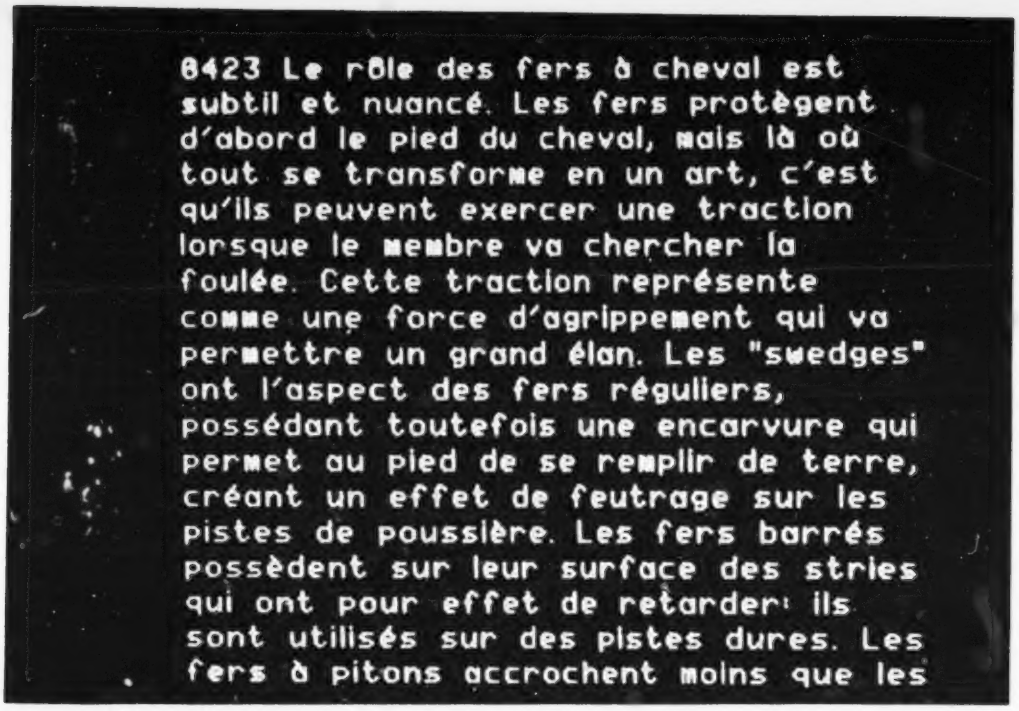


Figure 2(b). Accent Placements of Method 2 Shown in the Context of Lower Cast Text

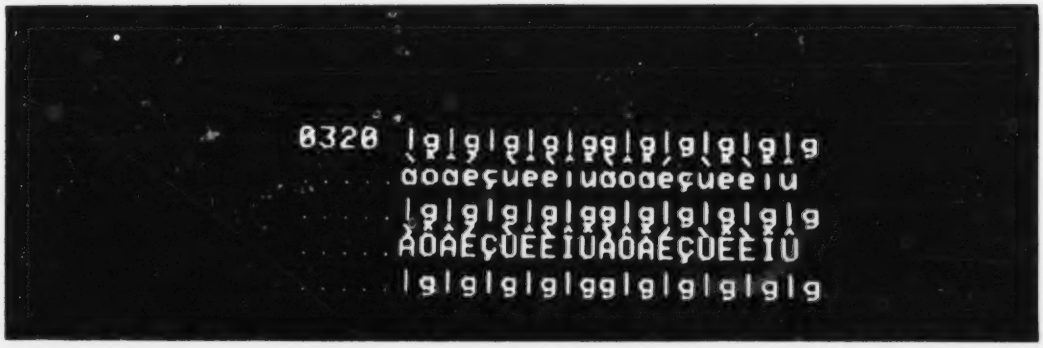


Figure 3(a). Accent Placements of Method 3 Shown in Relation to Ascending and Descending Letters

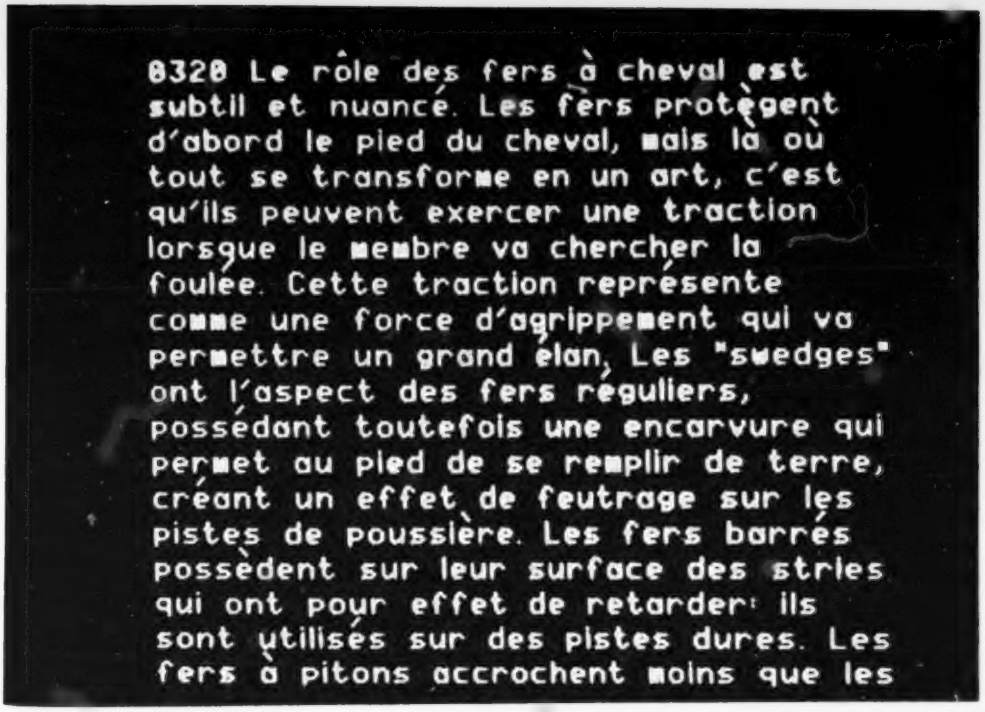


Figure 3(b). Accent Placements of Method 3 Shown in the Context of Lower Case Text

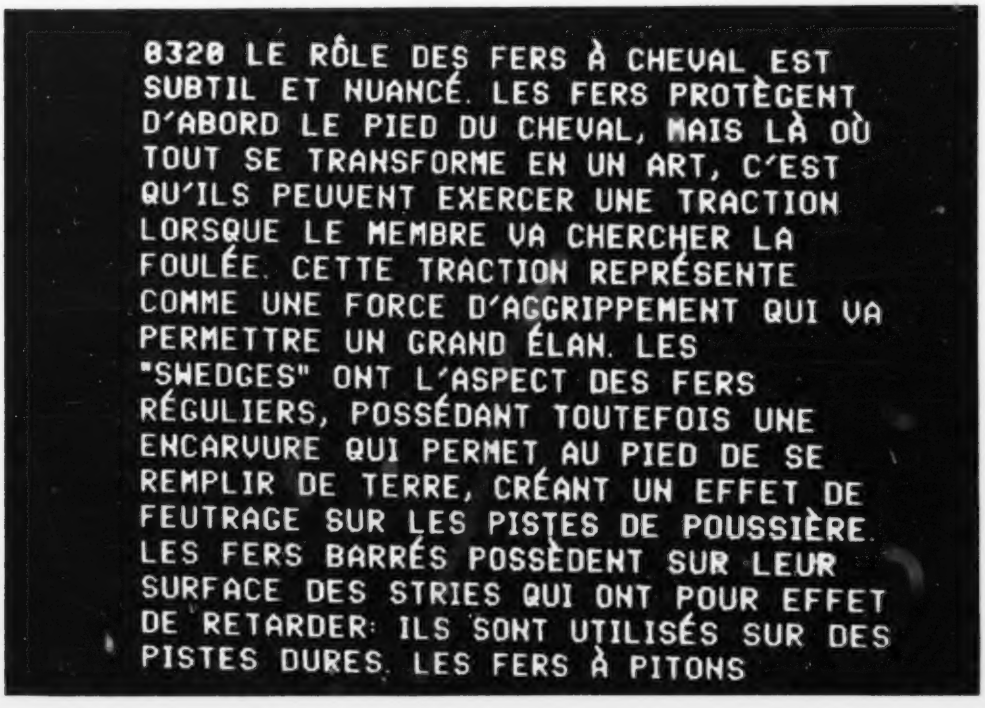


Figure 3(c). Accent Placements of Method 3 Shown in the Context of Upper Case Text

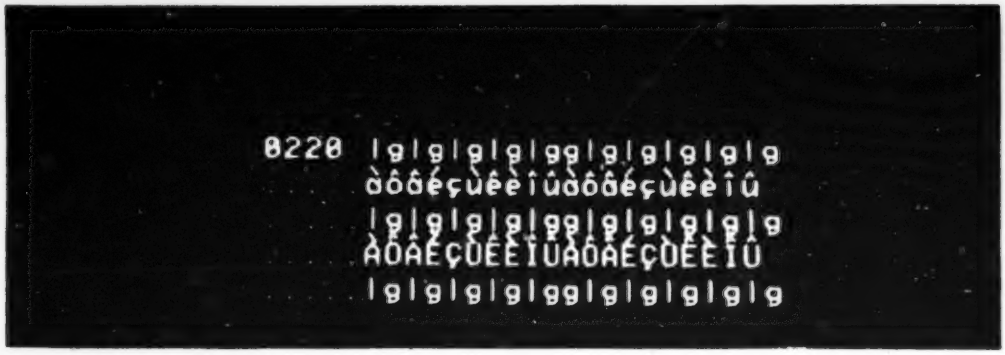


Figure 4(a). Accent Placements of Method 4 Shown in Relation to Ascending and Descending Letters

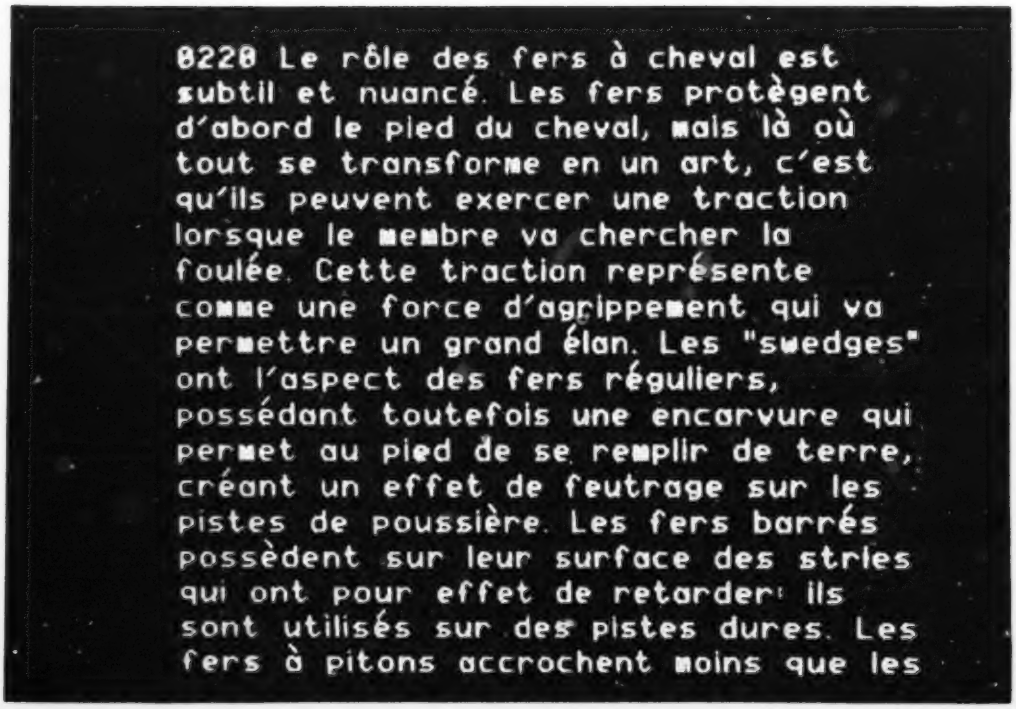


Figure 4(b). Accent Placements of Method 4 Shown in the Context of Lower Case Text

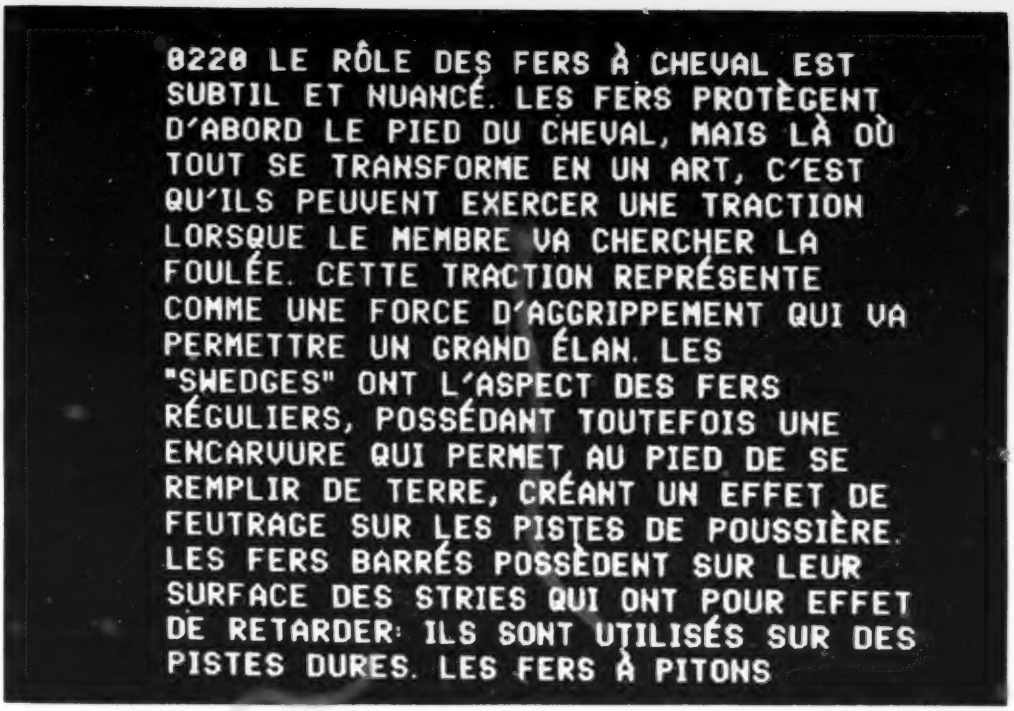


Figure 4(c). Accent Placements of Method 4 Shown in the Context of Upper Case Text

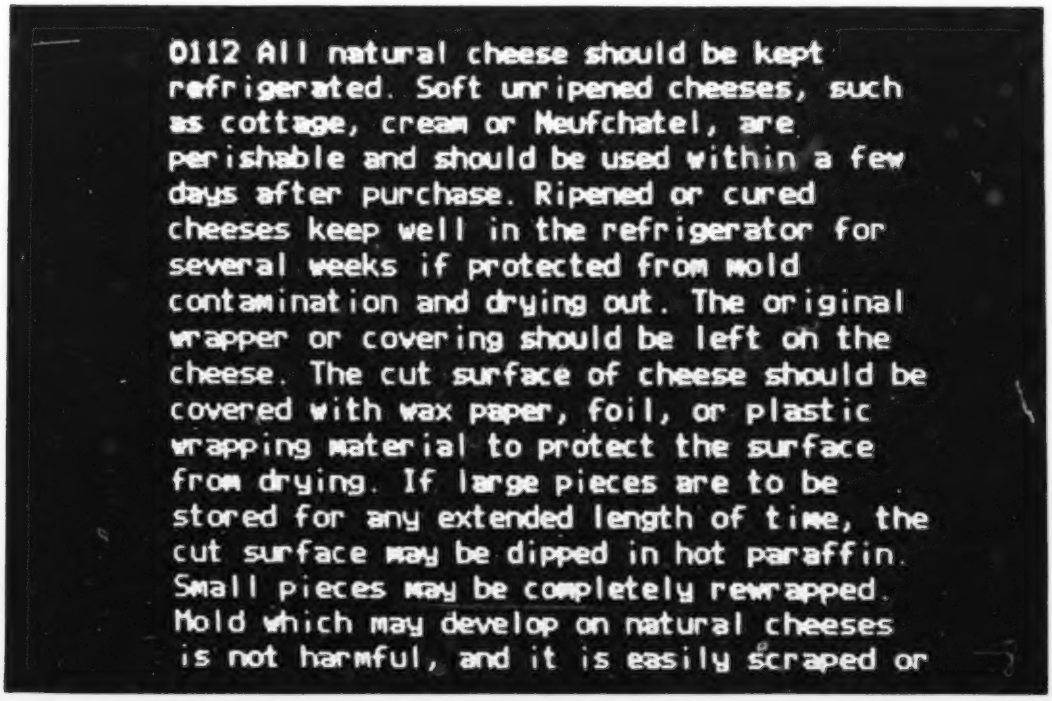


Figure 5. Examples of Text With No Proportional Spacing Between Letters (Page 1 of 2)

Part (a) of Figures 1, 2, 3, and 4 includes the most common accented letters of the French alphabet as they would appear with each placement. Parts (b) and (c) of each figure show the appearance of each placement in the context of lower and upper case text, respectively. Figure 2(c) does not exist because that placement variation does not permit accents on upper case letters.

Photographs corresponding to Part (b) of each figure were shown to 20 French-speaking individuals. Each person was asked to rank the accent placements in the four photographs in order of preference. Statistical analysis of the rankings showed that significant differences existed. Further, pairwise comparisons indicated that each of the six possible comparisons were significantly different at the ninety-five percent level of confidence. The accent placements were ranked in the following decreasing order of preference: Figure 4, Figure 3, Figure 1, and Figure 2.

The relatively poor acceptability of the accent placements shown in Figure 1 indicates that upper and lower case letters should not be reduced in size in order to make room for accents. A much better solution, as shown by the responses to Figures 3 and 4, is to place accents in the interrow space. The most acceptable solution is shown in Figure 4 where accents on lower case letters are lower than accents on upper case letters. Therefore, to draw accents using a character matrix of this size, the interrow space should be at least two pixels if only lower case letters are to be accented, and at least three pixels if upper case letters are to be accented as well.

2.2.2 Proportional Spacing of Letters

When letter matrices are placed adjacent to one another to form text, the effect is uneven spacing between letters. This occurs because some characters occupy fewer columns of the matrix than do other characters. For example, the letter "m" may occupy five columns of the matrix, while the letter "i" only occupies one column. The apparent inequality of letter spacing can be eliminated by removing matrix columns that are not used to define the character. This action results in what is known as proportional spacing between characters.

Proportional spacing is used regularly by typographers to enhance readability of a page of text. Text that is not proportionally spaced is regarded with disdain by typographers and graphic artists (Hewson, 1979; Wrolstad, 1979; Bronsard, 1980). As well as exhibiting uneven spacing between letters, such text is also typically marred by vertical rivers of background colour that tend to interfere with horizontal scanning of eye movements during reading (Figure 5). Because proportional spacing is typically used in the print medium to improve reading performance, not doing so in the new video medium would be experienced by users as a retrograde step. Figure 6 shows how the appearance of the text in Figure 5 is enhanced by proportional spacing. It is safe to say without further formal experimentation that this aspect of the typographer's experience should be generalized to the display of text on videotex.

2.2.3 Width of the Space Character

When proportional spacing is employed, the space between words appears excessive when the space is the full width of the character matrix plus the space separating characters. Again, a preference measure was considered appropriate for deciding what the width of the space character should be. Photographs were made of text with different spacings between words. The size of the space varied in one pixel steps from four to seven pixels for the smaller 5 x 8 character set, and from four to nine pixels for the larger 7 x 11 character set. The space between letters within a word was fixed at two pixels.

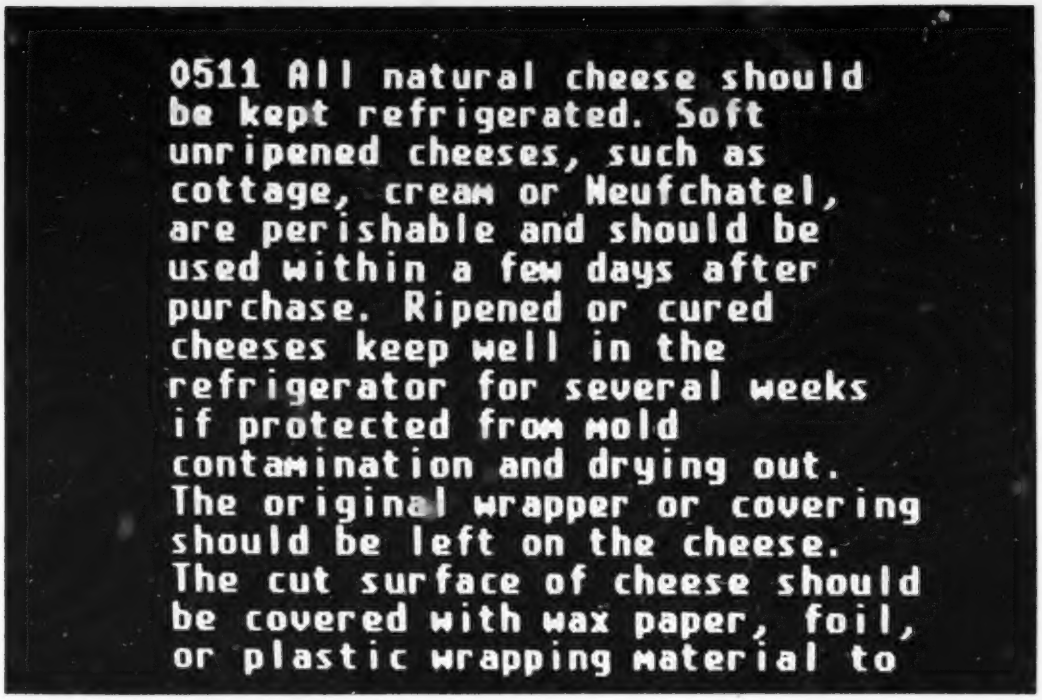


Figure 5. Examples of Text With No Proportional Spacing Between Letters (Page 2 of 2)

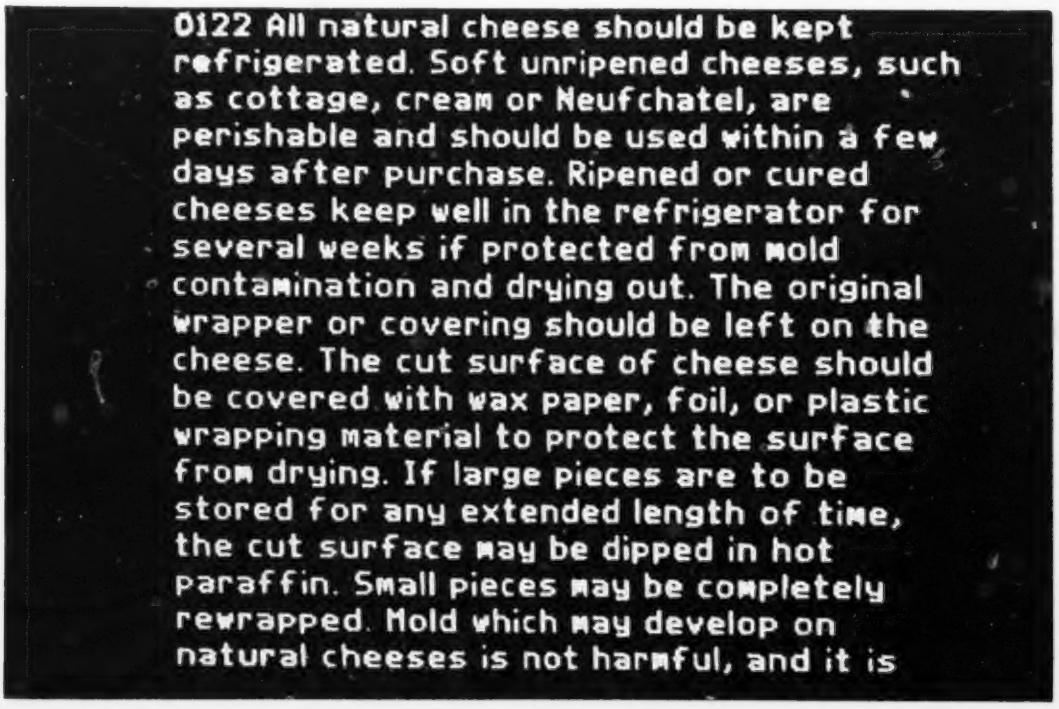


Figure 6. Examples of Text With Proportional Spacing Between Letters (Page 1 of 2)

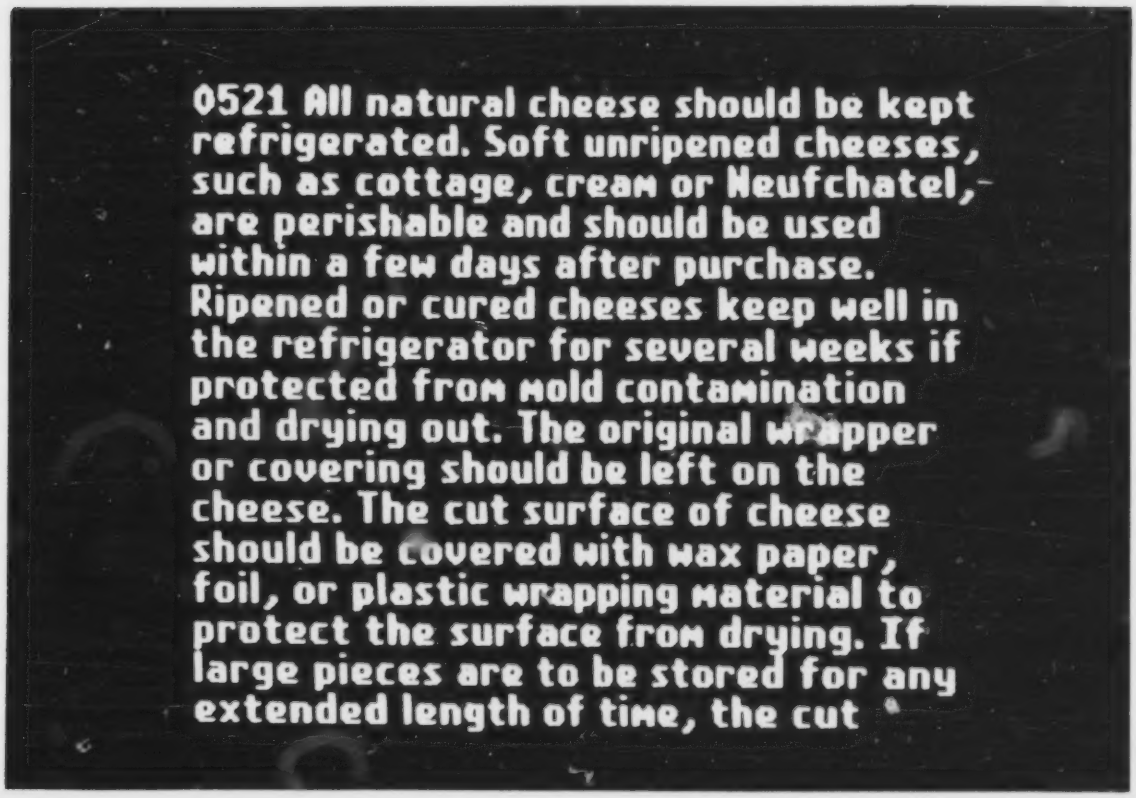


Figure 6. Examples of Text With Proportional Spacing Between Letters (Page 2 of 2)

Ten people were asked to choose the most preferred spacing from the photographs of each character set. Table 1 summarizes the results of their choices.

TABLE 1

Preferred Number of Pixels Between Words

	Character Set	
	5 x 8	7 x 11
Mean	6.15	6.25
Median	6	6
Mode	6,7	6
Range	5–7	6–7

These data strongly suggest that the width of the space character should be six pixels for both character sets. This width is demonstrated in Figure 6.

2.2.4 Space Between Letters and Between Lines

Performances measures in the experiments described above showed the minimum horizontal and vertical spacing for producing the best possible legibility of individual letters. It can be argued, however, that the legibility of individual letters does not predict the readability of text composed of such letters. There is considerable evidence that the speed at which letters are recognized is increased when they are placed in the context of words (e.g., Adams, 1979; Mason, 1978). This phenomenon, called the word superiority effect, leads to the prediction that good readability of text can be obtained with smaller spacings than those suggested by the legibility experiments which employed strings of random letters.

Legibility is easily measured in terms of the speed or accuracy with which symbols are identified. It is more difficult to state an operational definition of readability. Readability appears to be a quality of text that is influenced by legibility of letters as well as other less easily quantifiable characteristics such as syntax, vocabulary, page layout, and other more elusive aspects of writing style. Speed of reading has been used in the past as a measure of readability (e.g., Tinker, 1965). However, the experiments reported above using that test were too insensitive to differentiate between upper and lower case text if such a difference existed. A different and possibly more successful approach for specifying the value of some page characteristics is to determine the reader's preference. Some evidence exists that readability measured by speed of reading is correlated with subjective dimensions such as "pleasingness" and judged legibility of the page (Tinker, 1965, p. 120). Therefore, it seems plausible to accept the reader's preference as an operational definition of readability. If the reader is permitted some control over the dimension in question, his most frequent selection may be taken as an indication of his preference.

In the following experiment, pages of text were displayed to the readers using one or the other of the two character sets employed in the search experiments. Additionally, another version of the larger character set was created so that all vertical strokes were two pixels wide instead of one. The extra width compensates somewhat for the effect of limited bandwidth when text is displayed via an NTSC composite video signal (see Section 2.3). Text was presented in white on an RGB display, and the background was not illuminated. Letters were proportionally spaced, and the space between words was four pixels more than the space between letters within a word.

Ten subjects read English text and five read French text displayed using the 5 x 8 character set (CHSET 1). Ten subjects read English text displayed using the 7 x 11 character set with vertical strokes one pixel wide (CHSET 2). Finally, five subjects read English text and five read French text displayed using the 7 x 11 character set with vertical strokes two pixels wide (CHSET 3). The language of the text as well as the reading distance was chosen by each subject. The selected reading distances ranged between approximately three and five feet.

After each page was read, the reader pressed the RETURN key on a keyboard attached to the graphics processor driving the display. Immediately, an "H" and a "V" appeared in the left margin of the text. Pressing keys of the cursor cluster adjusted the horizontal and vertical spacing variables for display of the next page, and the deviations from the current settings were displayed adjacent to the H and V in the margin. Arrows of the cursor cluster pointing upward and to the right increased the vertical and horizontal spacings, respectively, while arrows pointing in the opposite directions decreased the spacings. For example, pressing the arrow pointing to the right two times resulted in the appearance of a two beside the H. Pressing the arrow pointing down once resulted in appearance of a −1 beside the V. Pressing RETURN once more cleared the screen and began display of the next page of text with the adjusted spacings.

The first page of the session was begun with a spacing of one pixel or five pixels both horizontally and vertically. When two consecutive pages were read without a requested adjustment of the spacings, it was assumed that the reader was satisfied with the current setting. The spacings for the next page were automatically set to either five pixels or one pixel. The value was chosen to alternate from the previous value chosen by the system. In this way, a number of preferred settings were obtained from each reader. The number of such settings obtained varied considerably among subjects. It appeared that some readers recognized their preferred settings quickly while others needed to experiment with more pages.

The mean of the last four preferred settings of the session was taken to represent each person's preferred horizontal and vertical spacing. Table 2 shows the average preference for each character set and language, as well as the range of preferences within each group.

TABLE 2

Preferred Spacings in Pixels for Each Character Set and Language

		HORIZONTAL		VERTICAL	
	N	MEAN	RANGE	MEAN	RANGE
CHSET 1					
FRENCH	5	3.8	1.5–4.5	4.8	2.8–6.5
ENGLISH	10	3.3	1.8–5.0	4.3	2.3–9.5
TOTAL	15	3.5	1.5–5.0	4.5	2.3–9.5
CHSET 2					
ENGLISH	10	3.5	1.8–5.0	4.5	1.8–7.0
CHSET 3					
FRENCH	5	2.7	1.8–5.0	4.4	3.3–6.3
ENGLISH	5	2.7	1.8–5.0	5.8	4.3–8.5
TOTAL	10	2.7	1.8–5.0	5.1	3.3–8.5

CHSET 1 and CHSET 2 were compared for the English groups using a multivariate analysis of variance on the preferred horizontal and vertical spacings. The results showed no significant differences between the character sets. A similar analysis compared CHSET 2 and CHSET 3 using all ten subjects within each group. Again, the analysis showed no differences between these character sets. There is, therefore, no evidence from this experiment that the preferred spacings between characters were affected by either the size of the character set matrix or the vertical stroke width. However, it is clear from the ranges indicated in Table 1 that there were large individual differences among subjects within each of the categories. This source of variability could easily have overshadowed any differences that might have been obtained by a more sensitive experiment. Further work of this type should consider the use of a within-subject design to measure the effect of important independent variables. There appeared to be consistency within each session with regard to a person's selected spacings.

It is interesting to compare the results of this experiment with those obtained in the legibility experiments described in Section 2.1.1. The mean preferred horizontal and vertical spacings for CHSET 1 of 3.5 and 4.5 pixels are somewhat more than the minimum spacings of 2 and 3 pixels, respectively, recommended on the basis of the legibility experiment. The mean preferred vertical spacing for CHSET 2 was 4.5 pixels while the legibility experiment found no change as vertical spacing was varied from one pixel to three pixels. The mean preferred horizontal spacing for CHSET 2 of 3.5 pixels is the only value that is consistent with the results of the legibility experiment which recommended a minimum horizontal spacing of three pixels. It is also true, however, that the results of the legibility experiments fall within the ranges of preferred spacings. In that sense, there is some consistency between these two kinds of experiments.

The recommendations for horizontal and vertical spacings arose from the legibility experiments by considering both rate and accuracy of character processing with various spacings. Apparently, the preferred spacings found in this experiment were not determined by these considerations alone. Instead of being smaller as predicted on the basis of the word superiority effect, the preferred spacings were generally larger. Perhaps the search experiments place lower limits on character spacings, and larger spacings should be used if possible to improve the display acceptability on other grounds.

Further work is needed to understand the reason for the large variability between subjects found in this experiment. Viewing distance should be imposed, and eye acuity could be measured. The space between words

could be varied independently of the space between letters. It is not at all clear why some people would choose spacings between letters that approximate the character widths themselves. In fact, Mewhort (1966) has shown that such wide spacings interfere with the recall of word-like letter strings, presumably because of reduced ability to make use of redundancy present in such strings. A similar, detrimental effect on reading would be expected for the same reason.

2.3 RED-GREEN-BLUE (RGB) VERSUS NTSC COMPOSITE VIDEO

Television was not originally developed to display textual material. There are several theoretical reasons to expect the display of text in black-and-white and in colour to be less than adequate. One shortcoming is the limited bandwidth of 4.2 MHz. This bandwidth limits the rate of change of the luminance signal so that a vertical stroke of a character must exceed a certain minimum width in order to reach full intensity. If one pixel is less than this minimum width, the luminance of a vertical line one pixel wide should be less than the luminance of a vertical line two or more pixels wide. This effect should cause letters made up of strokes one pixel wide to have unequally illuminated horizontal and vertical components. Further, spaces one pixel wide between two vertical strokes should be smeared so that the strokes are not easily discriminable. In fact, these effects are observed as can be seen in the photograph of Figure 7. Twenty lines of 40 characters/line are presented in black-and-white on an Electrohome colour television. Input is baseband video, so any additional degradation that might arise from modulation and demodulation of the video carrier is not present.

Another problem arises when text and background are displayed in colour. The colour of the displayed image is encoded in the composite video signal by varying the phase and amplitude of a 3.58 MHz colour subcarrier relative to a colour burst signal appearing at the beginning of each horizontal scan line. The colour subcarrier frequency is such that the time to scan one pixel is equivalent to about three-quarters of the period of the colour signal. This is insufficient time to detect and act upon a phase shift in the colour subcarrier

Figure 7. Smearing and Uneven Illumination of Letters When Composite Video Input is Employed

corresponding to a colour change. Thus, a vertical line one pixel wide should show very little colour as well as the reduced luminance noted above.

The frequency of the colour subcarrier is also such that the phase at any point on a horizontal scan line differs by 180 degrees from the phase at the same point on the two adjacent lines. This phase difference on adjacent lines, and the fact that a colour transition is interpreted first by the receiver as a luminance change, cause the luminance at the vertical contour separating different colours to alternate from black to white from one scan line to the next (coloured edge artifact). To make matters worse, the odd number of lines per frame causes the alternating black and white areas to appear to be moving slowly upwards. This effect is referred to as "chroma-crawl" or "dot-crawl". The severity of chroma-crawl is influenced by the magnitude of the phase shift corresponding to the colour change. Thus, some colour combinations exhibit more chroma-crawl than others.

White or black text on a coloured background or coloured text on a white or black background, is not affected as much by chroma-crawl because televisions process very high and very low luminosity signals differently from intermediate luminosity signals. That is, luminosity signals less than about 10 percent or greater than about 90 percent of the maximum possible are not processed for extraction of colour information, but rather, automatically produce saturated black or white on the television display.

As predicted, the degradation due to limited bandwidth demonstrated in Figure 7 is compounded by the addition of colour information. Figure 8 shows the additional degradation produced by the coloured edge artifact and poor colour rendition. Of course, a photograph cannot communicate the further degradation due to chroma-crawl. There is no question that displaying this character set with an NTSC composite video signal is unacceptable.

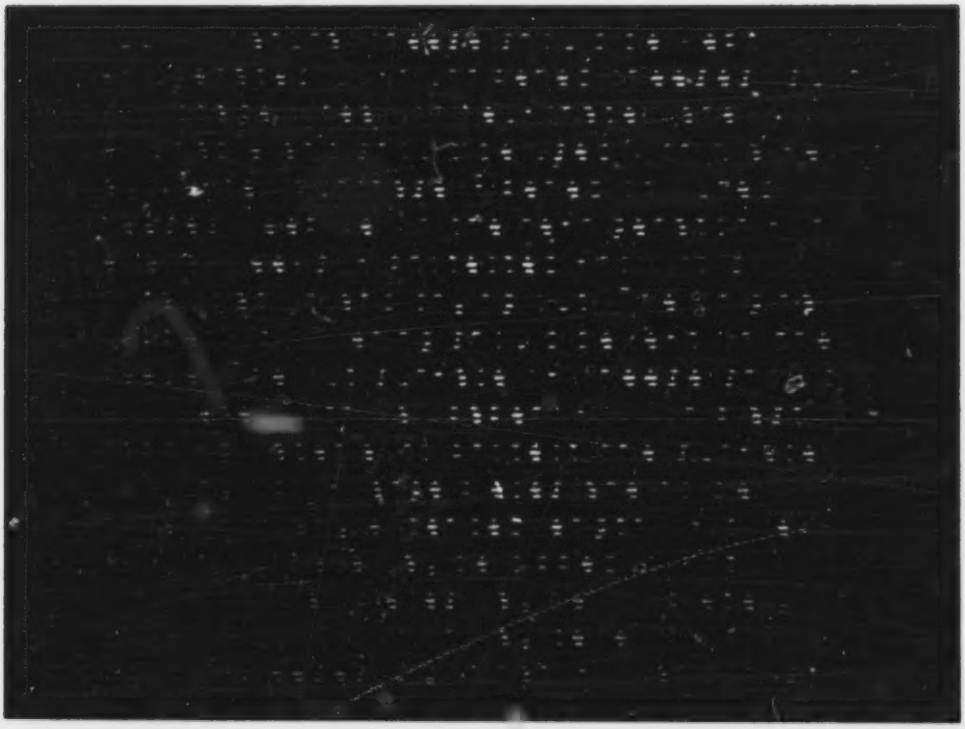


Figure 8. Smearing of Letters and Poor Colour Rendition When Composite Video is Employed

The luminance signal bandwidth limitation can be tolerated if the character set is designed to compensate for its effect. Specifically, each element of the characters, including spaces within characters, need to be made at least two pixels wide. This cannot be done on a character matrix five pixels wide, but can be done on a matrix seven pixels wide. Figure 9 shows the result when this constraint is incorporated into a character set designed on the larger matrix. The result is much less luminance variation within characters. Element doubling also improves slightly the display of coloured text, but significant display instability due to chroma-crawl still exists. Figure 10 shows characters without element doubling, and Figure 11 shows the slightly improved colour rendition due to element doubling.

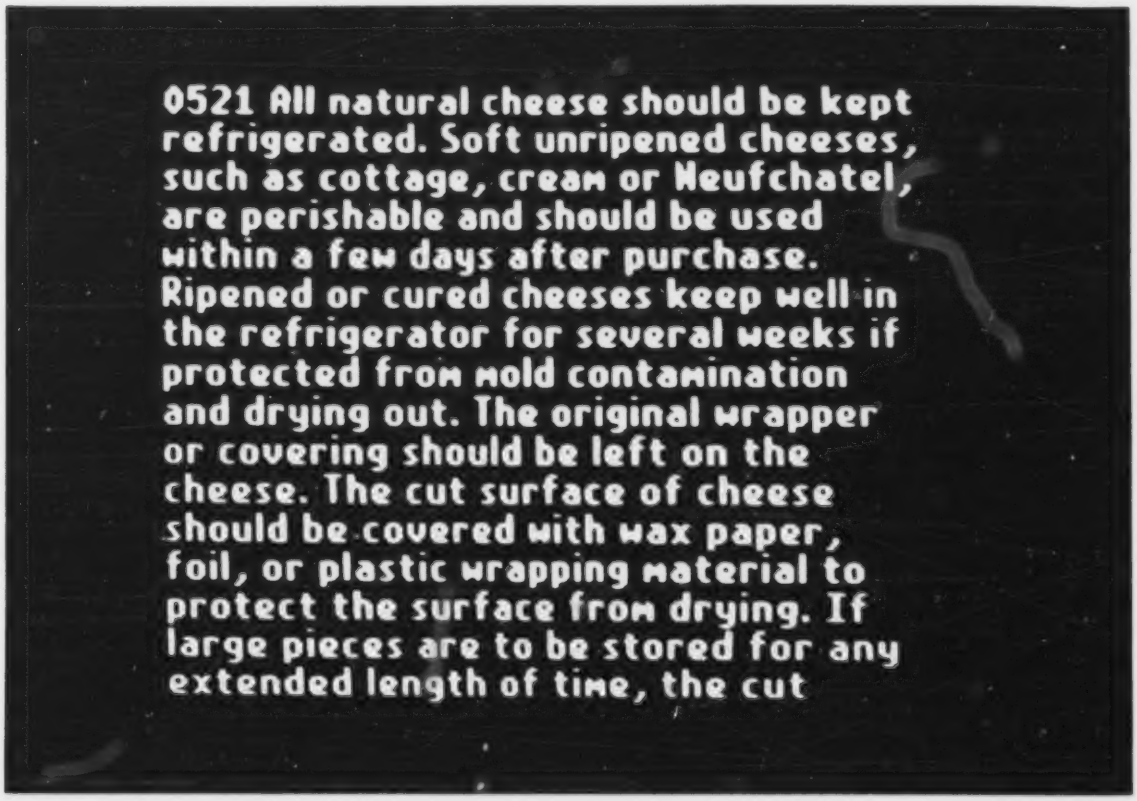


Figure 9. The Appearance of Text With Composite Video Input When Letter Strokes are at Least Two Pixels Wide

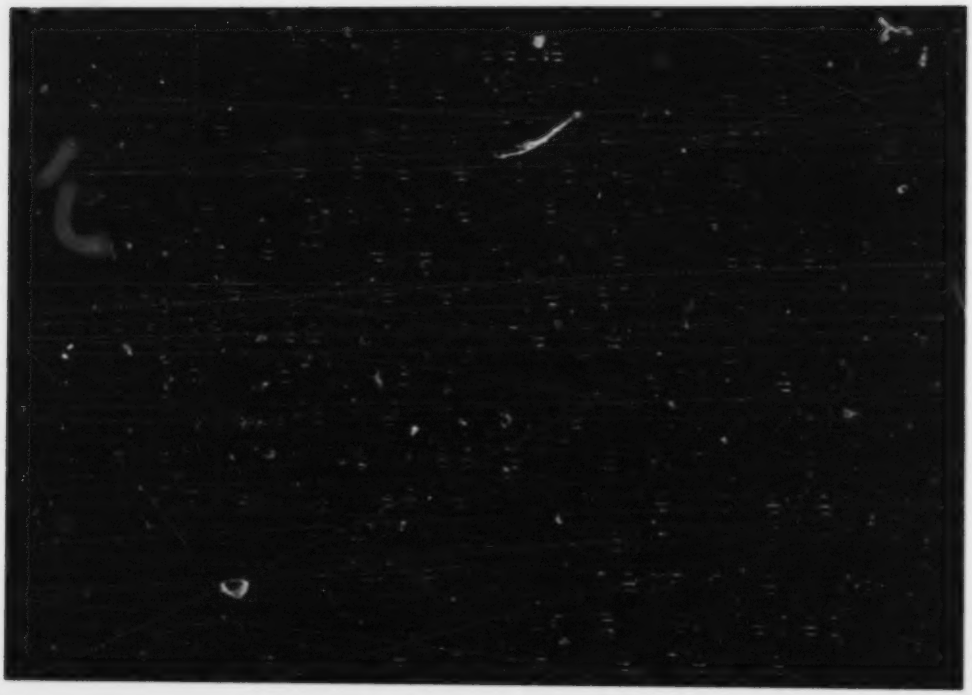


Figure 10. Uneven Luminance and Colour When Composite Video is Employed

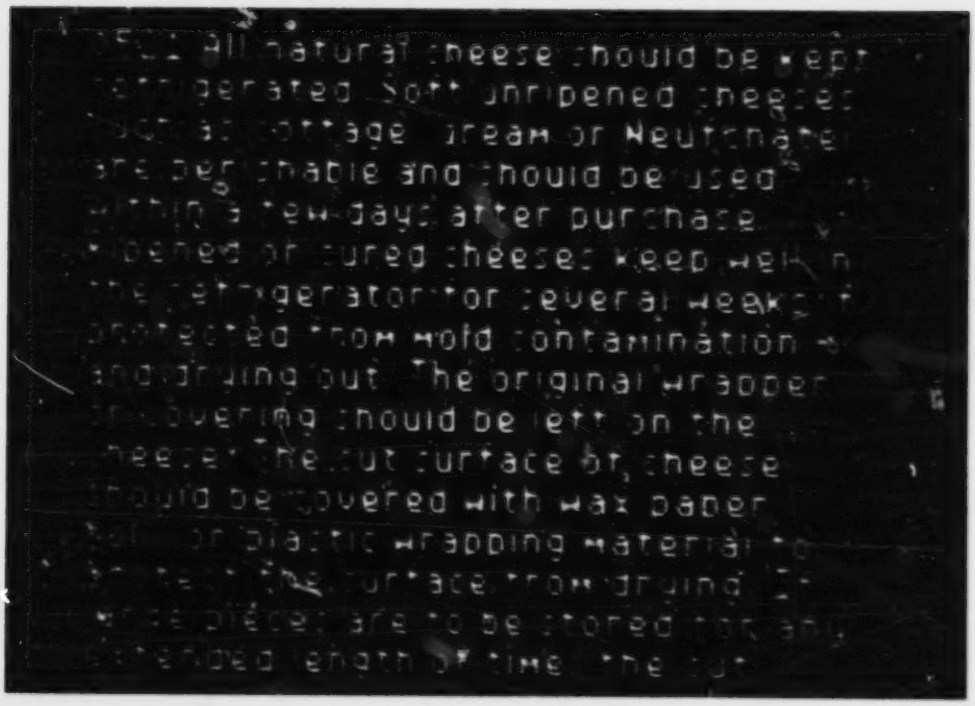


Figure 11. Improvement of Degradation Shown in Figure 10 by Doubling the Width of Vertical Letter Components

It appears that text can be displayed in black-and-white with a composite video signal if a properly designed character set is used. The use of colour combinations is not recommended. If colour combinations are used, they should be carefully selected to minimize chroma-crawl. Also, luminance and colour contrast should be maximized, especially since contrast suffers when the background colour bleeds through the colour of the text.

All of the problems arising from displaying text with a composite video signal can be avoided entirely by using an RGB video signal. An RGB signal provides independent colour information to each of the red, green and blue electron guns of the monitor. There is no need to limit the RGB signal to 4.2 MHz. The wider bandwidth permits equal stimulation of character elements one or more pixels in width. Further, the three colour signals are not combined for transmission to the receiver. There are, therefore, none of the difficulties arising from decoding the colour information. Colour rendition is always as intended, and coloured edge artifact and chroma-crawl are non-existent. Figure 12 shows the RGB presentation of the contents of Figure 7. Similarly, the RGB versions of Figures 8 and 11 are presented in Figures 13 and 14, respectively. The relative improvement of the RGB image over the composite video image is apparent.

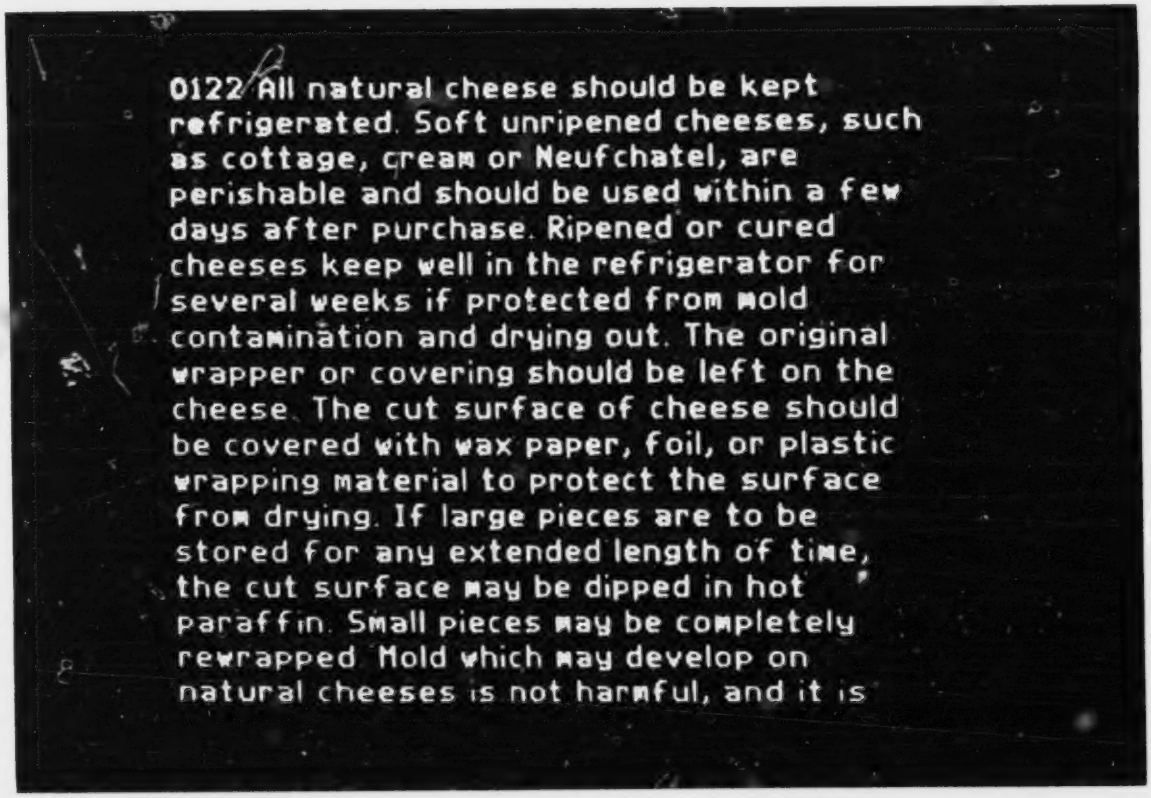


Figure 12. The Text of Figure 7 When RGB Video Input is Employed

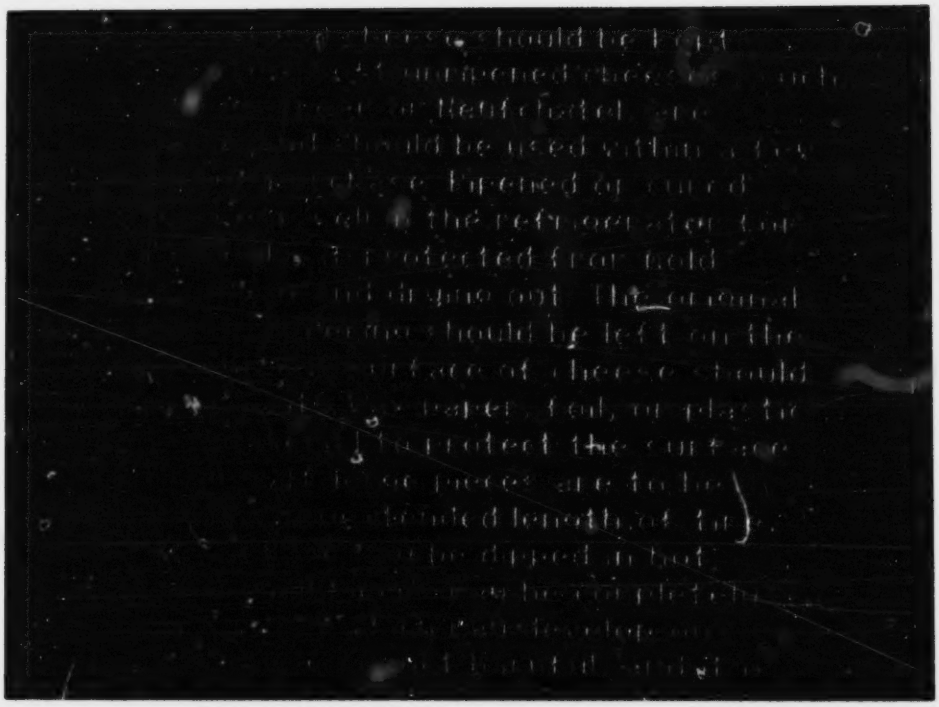


Figure 13. Improvement of Degradation Shown in Figure 8 by Using RGB Video

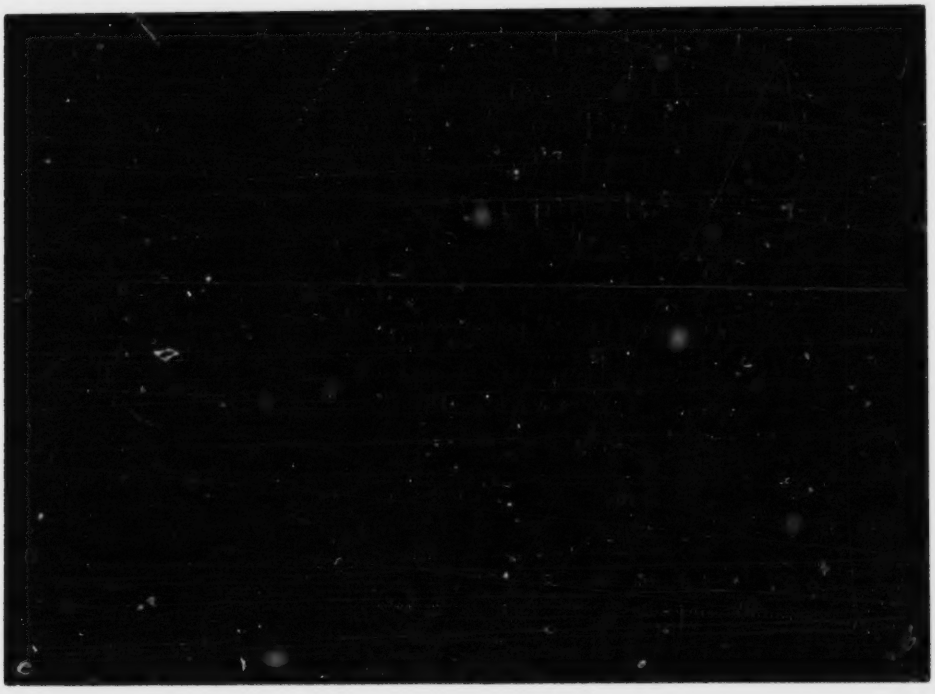


Figure 14. Improvement of Degradation Apparent in Figure 11 by Using RGB Video

Although the above discussion has dealt only with the presentation of alphanumeric information, the same observations and conclusions apply to the presentation of other graphical entities. Figures 15 and 16 demonstrate the difference in the appearance of simple graphics when the signals are RGB or composite video, respectively. Again, it is apparent that the coloured RGB image is much superior to the corresponding composite video image.

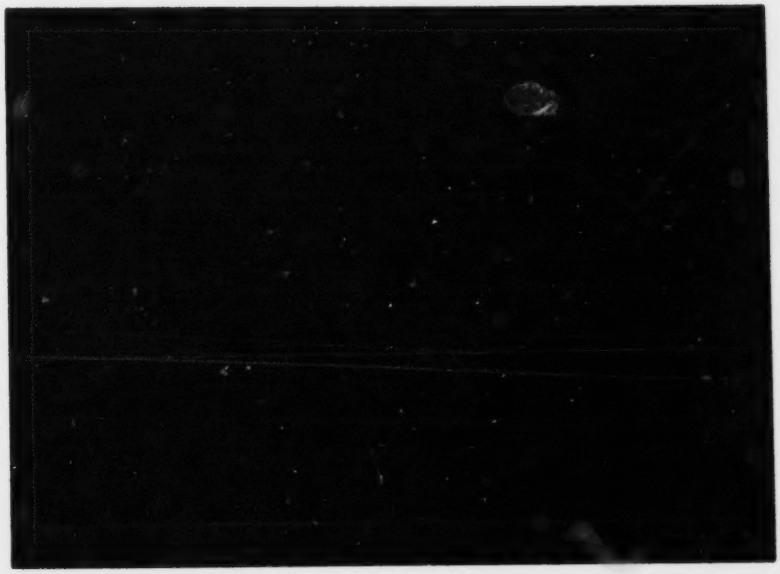


Figure 15. Appearance of Simple Graphics When RGB Video is Used

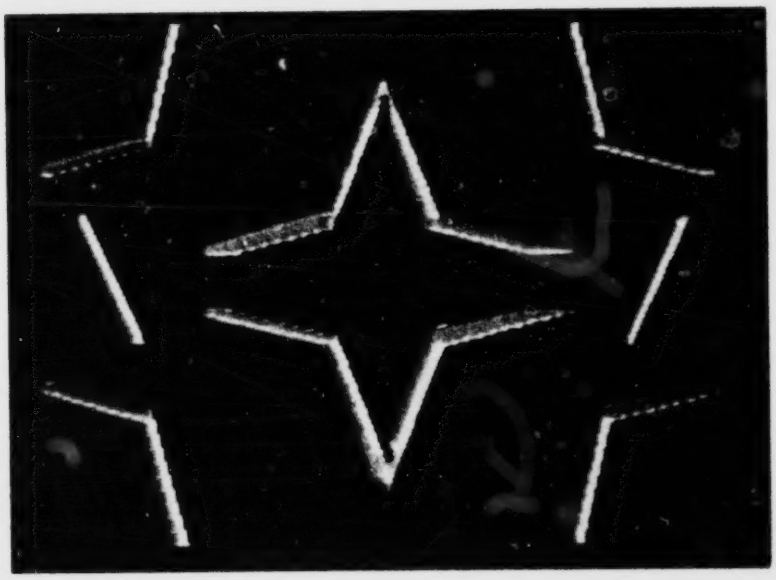


Figure 16. Degradation of Graphics Shown in Figure 15 When Composite Video is Used

3. CHARACTER SET DESIGN

Comments from typographers and graphic artists who were shown slides of Telidon images, were quite critical of the readability of text composed of the then current character sets shown in Figures 17 and 18 (Baudin, 1979; Wrolstad, 1979). Dissatisfaction with the character sets was also expressed by at least one information provider representative (Lane, 1980).

In response to these comments, a professional typographer (H.P. Bronsard) was contracted to design one character set on a 5 x 8 matrix and another set on a 7 x 11 matrix. The characters were optimized on an Electrohome Model C40-852 television receiver. The improved character sets are presented in Figures 19 and 20. Samples of text using these character sets were presented in earlier figures such as Figures 12 and 13. The reader may judge the improved readability by comparison with the original character sets in Figures 17 and 18, respectively. Comments regarding readability of the new character sets from people associated with the publishing industry have been favourable. The new character sets of Figures 19 and 20 have been made available to manufacturers for inclusion in their terminal designs.

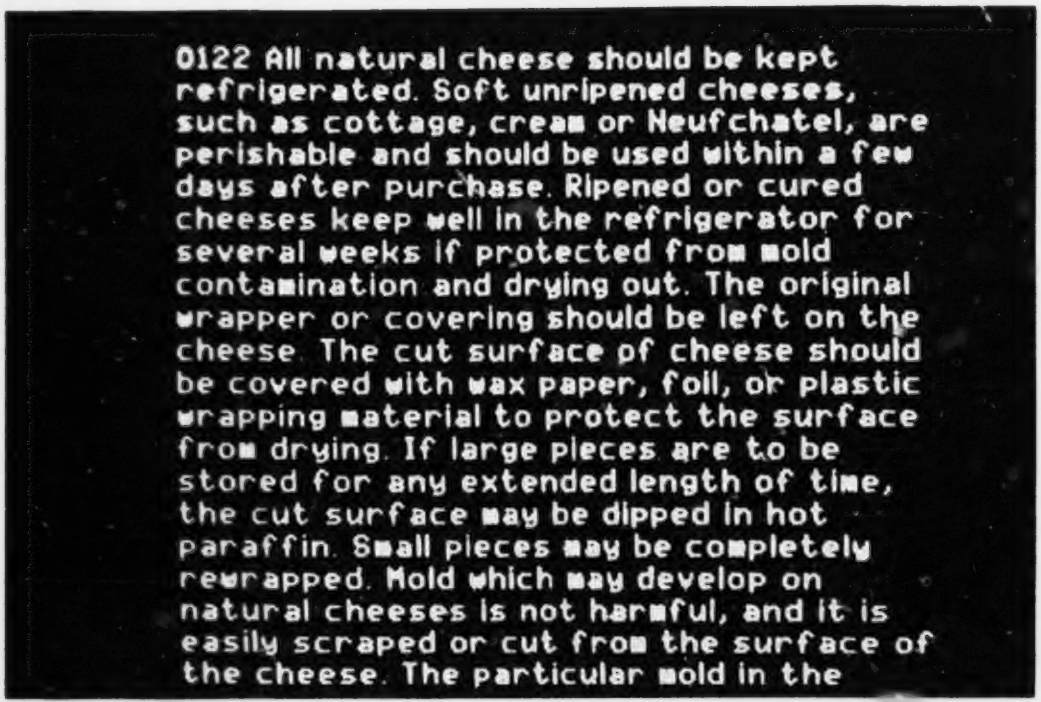


Figure 17. Text Considered by Experts to have Impaired Readability Because of Poor Character Set Design

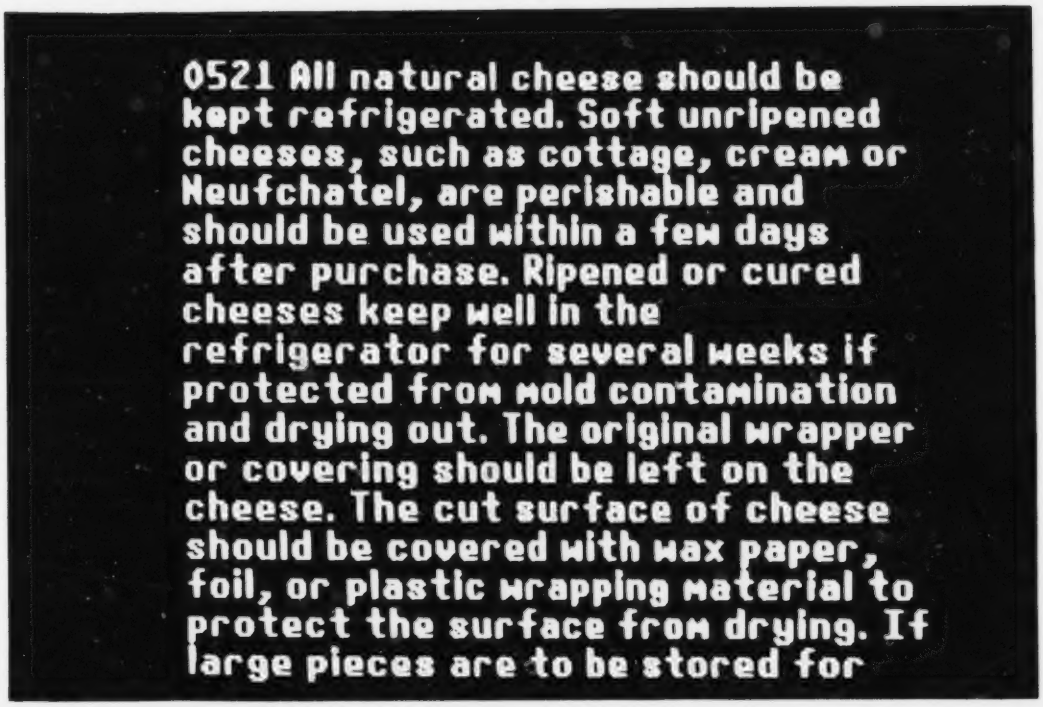


Figure 18. Text Considered by Experts to have Impaired Readability Because of Poor Character Set Design

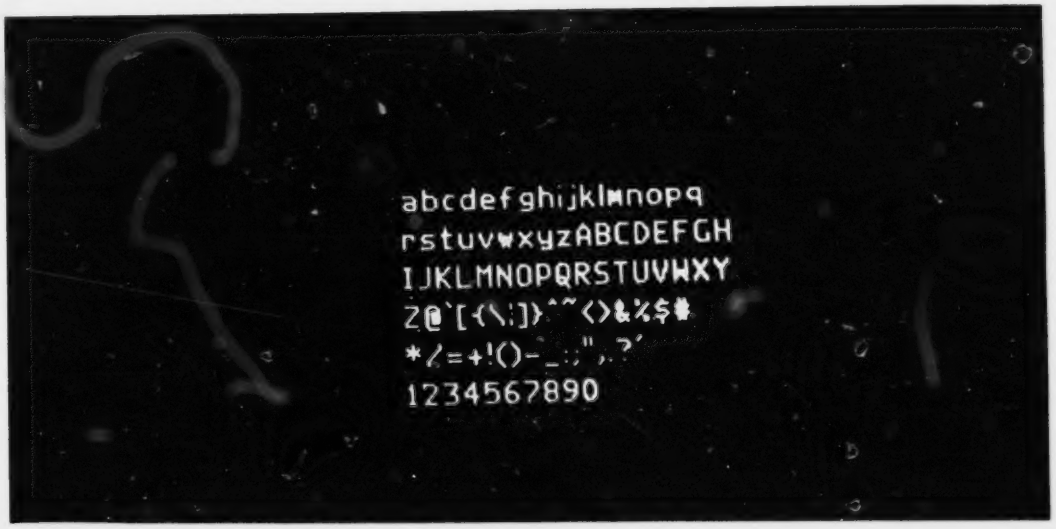


Figure 19. Character Set 3 of the Telidon Specifications (Bronsard 3 Character Style)

Figure 20. Character Set 2 of the Telidon Specifications (Bronsard 2 Character Style)

In order to provide a range of character sizes, the Telidon specifications (Bown et al., 1979) define character sets double the size of those shown thus far, as well as smaller character sets for high resolution terminals. It is possible to generate the larger sets (Sets 0 and 1) merely by doubling the size of character elements of the smaller sets (Sets 2 and 3). However, the resulting characters are not as pleasing as they could be since irregularities in the character designs are amplified. Preferably, Sets 0 and 1 should be designed on the larger matrix to take advantage of the increased design flexibility provided by the larger number of pixels. This task was contracted to a graphic artist (M. Cartier) who consulted with H.P. Bronsard. Since Mr. Bronsard had designed Sets 2 and 3, this collaboration helped to ensure that the characters from the different sets would not appear incongruous when presented on the same page. Figure 21 shows text printed with Character Sets 0 and 1 obtained by doubling the size of Character Sets 2 and 3. Figure 22 shows text printed with Character Sets 0 and 1 designed on the larger matrix by the graphic artists. Although the improvement is self-evident, the larger character sets can not be implemented immediately because of the considerable memory required to store them in the terminal. Their use may become practical when they can be transmitted to the terminal when required, or when the cost of memory reduces sufficiently.

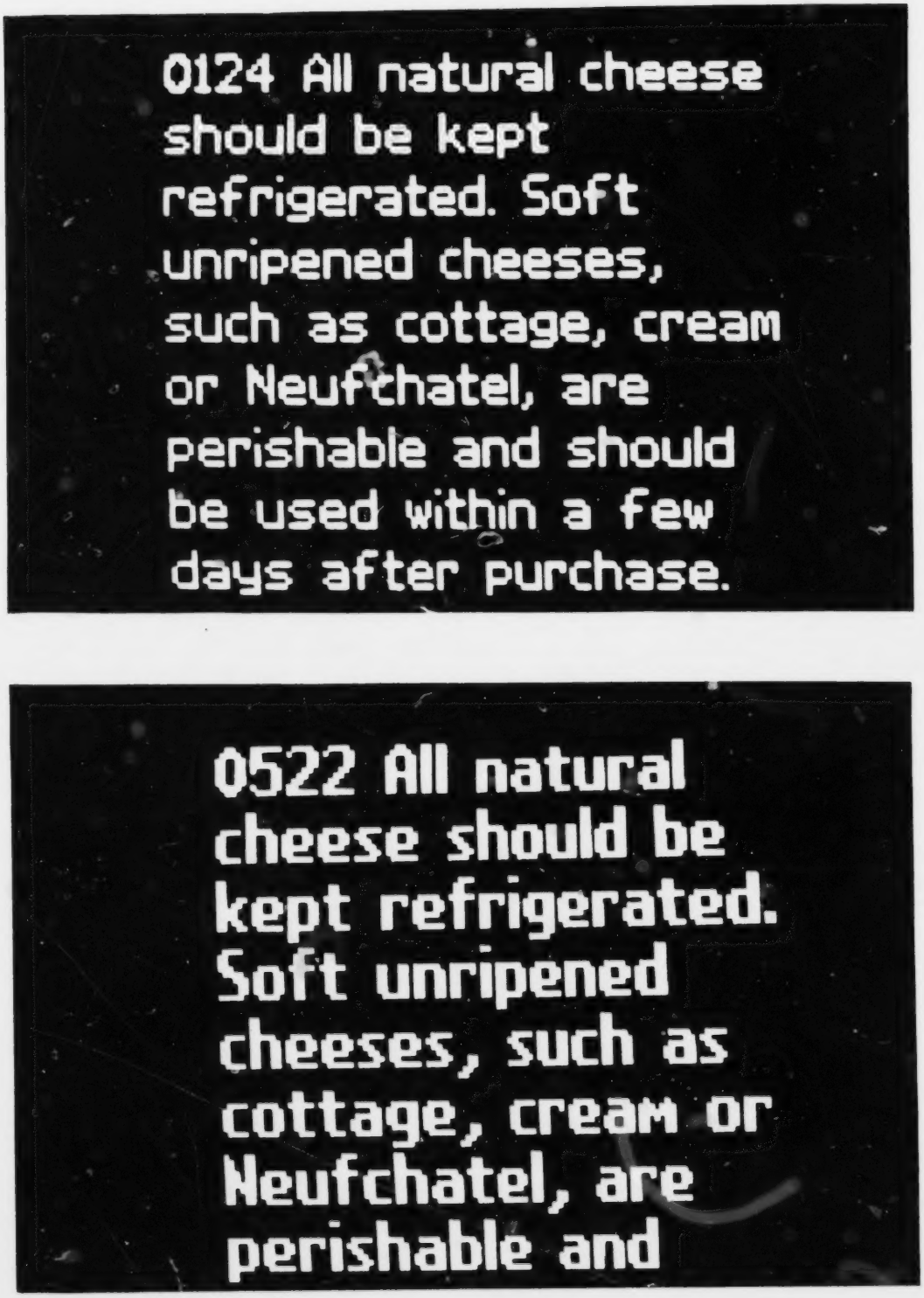


Figure 21. Larger Text Obtained by Simply Doubling the Size of Small Letters

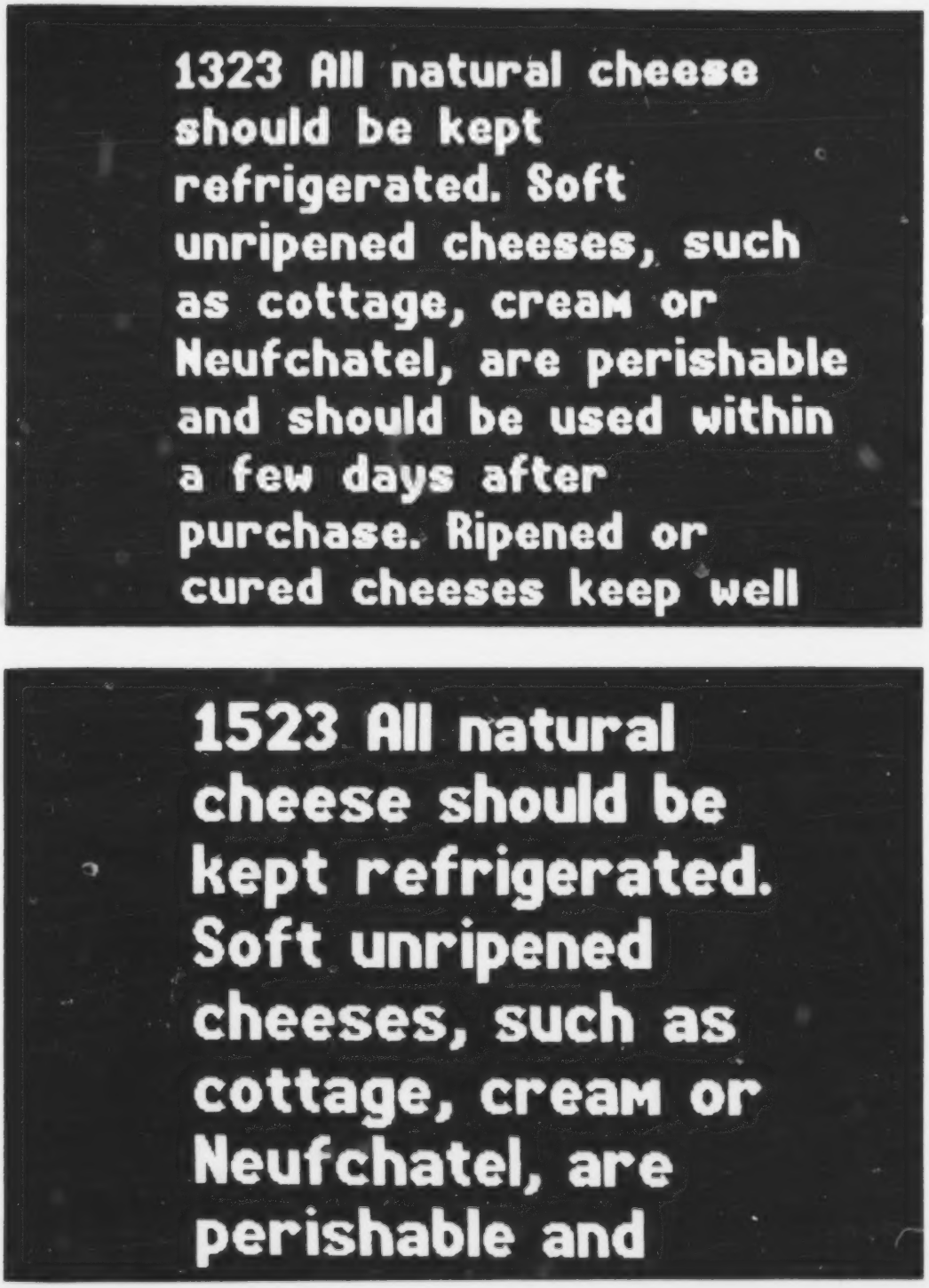


Figure 22. The Larger Text of Figure 21 Obtained Using Character Sets Designed on Larger Matrices by H.P. Bronsard and M. Cartier

By convention, the character set designs are given the names of the designers who created them. Thus, the two larger character fonts are called Bronsard-Cartier 0 and 1, and the two smaller character fonts are called Bronsard 2 and 3. The detailed design of each font is shown in Figures 23 to 26.

Figure 23. Detailed Design of Bronsard 3 Character Style

Figure 24. Detailed Design of Bronsard 2 Character Style

Figure 25. Detailed Design of Bronsard-Cartier 1 Character Style (Page 1 of 2)

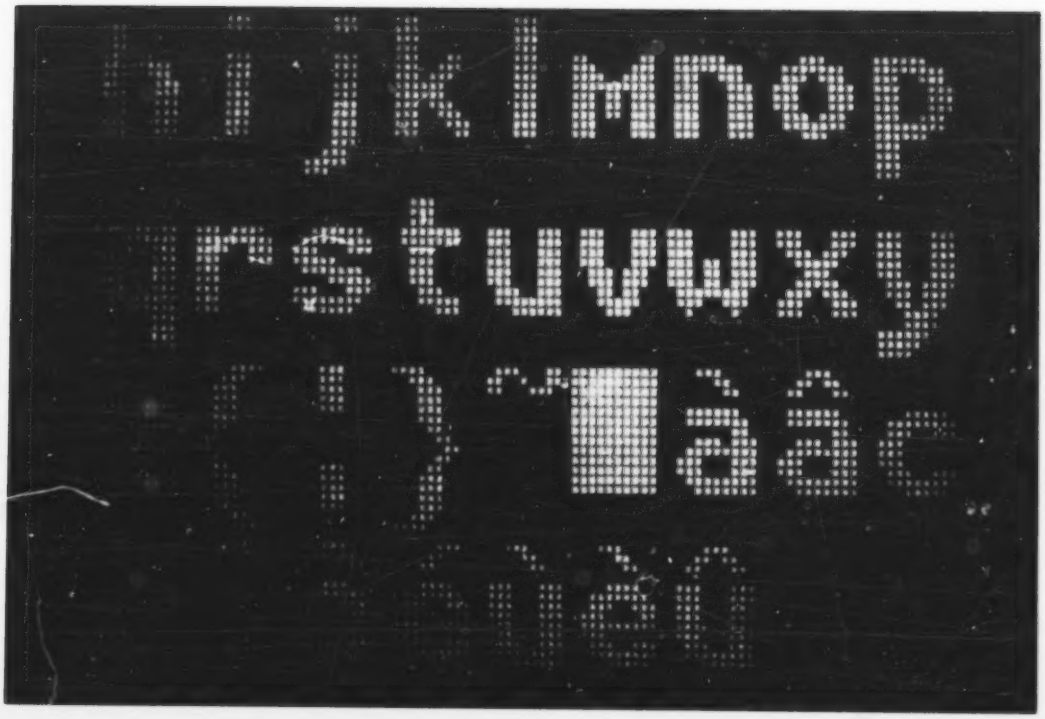


Figure 25. Detailed Design of Bronsard-Cartier 1 Character Style (Page 2 of 2)

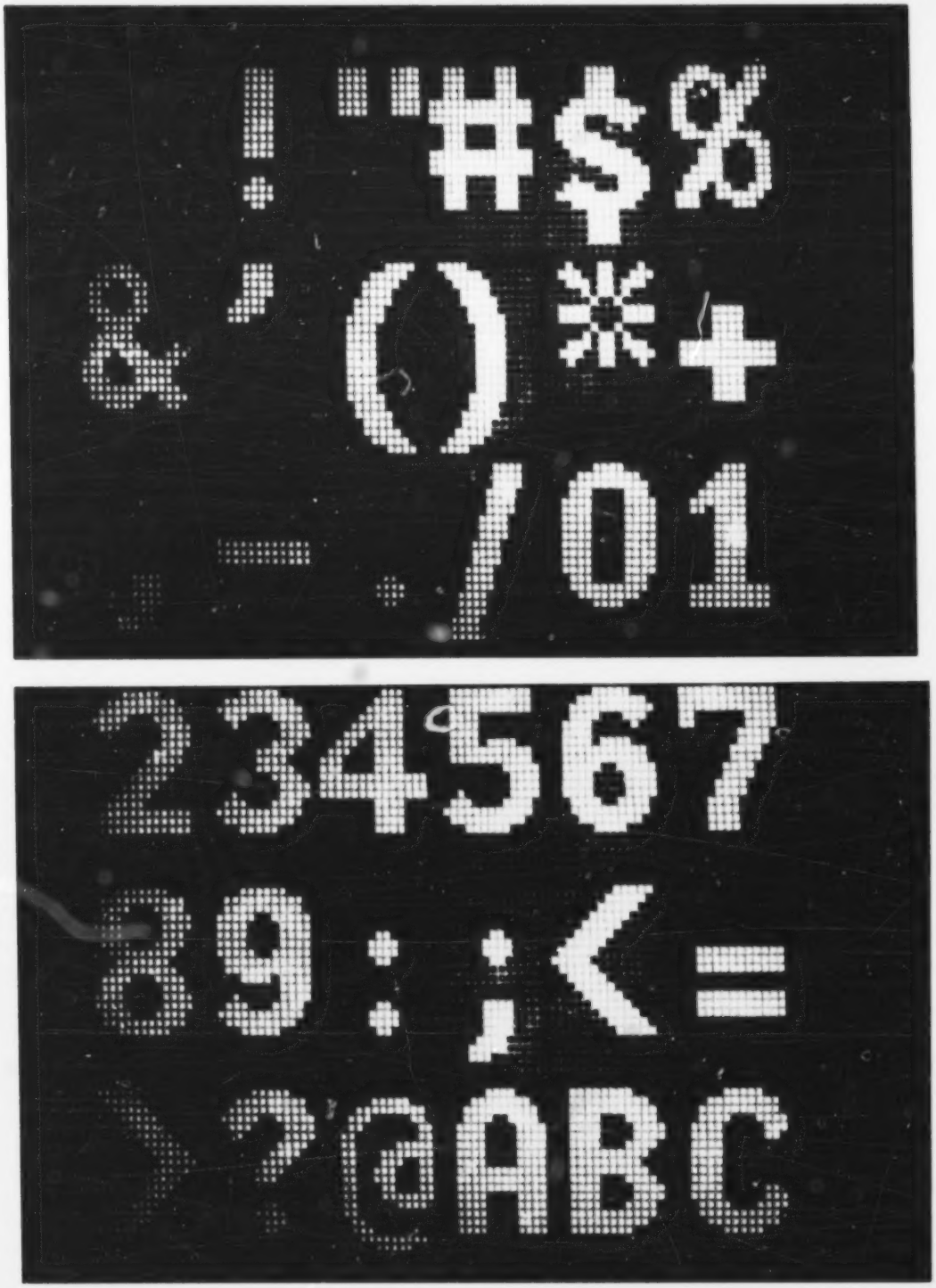


Figure 26. Detailed Design of Bronsard-Cartier 0 Character Style (Page 1 of 3)

Figure 26. Detailed Design of Bronsard-Cartier 0 Character Style (Page 2 of 3)

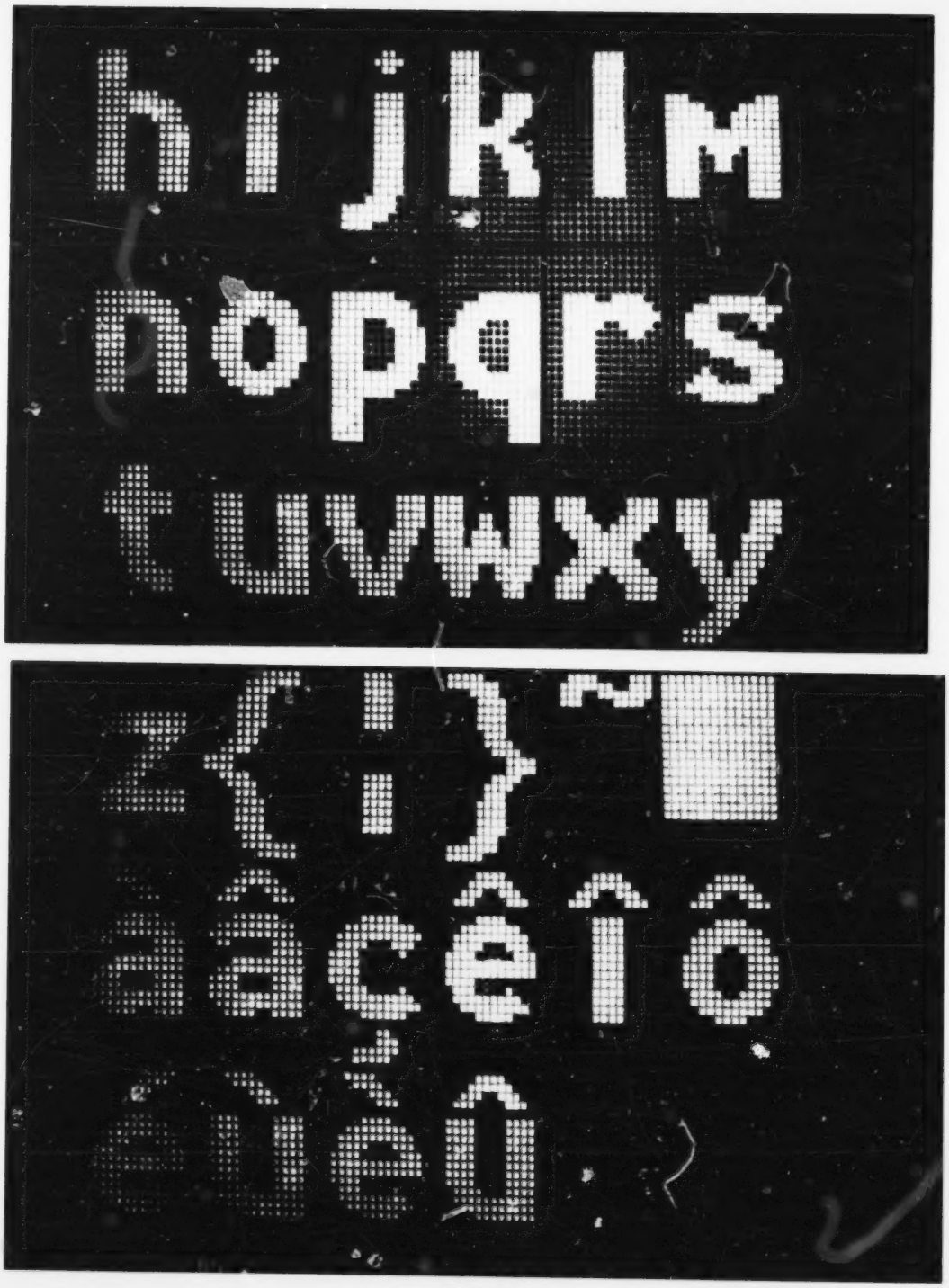


Figure 26. Detailed Design of Bronsard-Cartier 0 Character Style (Page 3 of 3)

More recently, the task of designing the international G2 character set for Telidon terminals was also contracted to Mr. Bronsard. Two sizes were created to correspond to the sizes of Bronsard 2 and 3. These sets are named Bronsard 2-G2 and Bronsard 3-G2. The detailed designs of the latter character sets are shown in Figures 27 and 28. Figures 29 and 30 show the characters of the two sets as they would appear in actual usage.

Figure 27. Detailed Design of Bronsard 2-G2 Character Style

Figure 28. Detailed Design of Bronsard 3-G2 Character Style

Figure 29. Appearance of Bronsard 2-G2 Character Set

Figure 30. Appearance of Bronsard 3-G2 Character Set

4. CONCLUSIONS

Although work is continuing, some problems have been identified and some recommendations may be made regarding the display of text on a video display with 240 x 320 pixel resolution.

1) No difference was found in average speed of reading upper versus lower case text from the television display. Therefore, established convention may be followed in the choice of case for the display of text.

2) The results of legibility experiments suggest that the optimal spacings between letters and lines of text on a page is dependent on the design of the character set employed. Specifically, it was suggested that these spacings depend on the extent to which the letters fill the character matrix.

3) Proportional spacing is generally considered to improve the readability of a page of text. It should be implemented whenever possible.

4) When proportional spacing is used, the space character separating words should be reduced in width. For the 5 x 8 and the 7 x 11 character sets tested, the preferred space between words was six pixels when the space between letters within words was two pixels.

5) Inter-letter spacings preferred by viewers were somewhat larger than the optimal spacing inferred from the legibility experiments. However, the indicated preferences were quite variable when the data for different viewers were compared. The source of the variability is unknown.

6) Accents should be placed over letters so that one pixel separates the accent from the letter. The shape of the letter itself should not be noticeably changed from its usual form in order to accommodate the accent.

7) NTSC composite video input to the television display requires that care be exercised when designing the image contents. Proper character set design results in an acceptable black and white display. Colour combinations should be used with extreme caution because of the inevitability of chroma-crawl along the colour contours. Vertical line elements should be at least two pixels wide to be fully illuminated. RGB video input eliminates most of the problems inherent with NTSC composite video input. Therefore, RGB video input is most desirable.

8) Designing character sets is a skill or art that requires proper training. Presented in this report are character set styles created by professional graphic artists. They are recommended for use on television picture tubes with a shadow mask like that in the Electrohome Model C40-852 television receiver.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

I gratefully acknowledge the contribution of Susane Latrémouille who assisted in performing some of the experiments. I also acknowledge the helpful technical assistance provided by the Image Communication Group in establishing and maintaining the laboratory facilities.

6. REFERENCES

Adams, M.J., *Models of Word Recognition*, Cognitive Psychology, 1979, 11:133-176.

Baudin, F., Personal Communication, 1979.

Bedford, A.V., *Mixed Highs in Colour Television*, Proceedings of the I.R.E., 1950, 38:1003-1009.

Bown, H.G., O'Brien, C.D., Sawchuk, W. and Storey, J.R., *Picture Description Instructions (PDI) for the Telidon Videotex System*, CRC Technical Note 699-E, Department of Communications, 1979.

Breland, K, and Breland, M.K., *Legibility of Newspaper Headlines Printed in Capitals and in Lower Case*, Journal of Applied Psychology, 1944, 28:117-120.

Bronsard, H.P., Personal Communication, 1980.

Buckle, A.T., *A Review of the Literature on the Legibility of Alphanumerics on Electronic Displays*, U.S. Army Enginerring Laboratory, Technical Memorandum 16-77, 1977.

Carver, R.P., *Manual for the Basic Reading Rate Scale*, Silver Spring, Md.: Revrac Publications, 1971.

Condon, E.U., Bailey, S.L., Everitt, W.L., Fink, D.G. and Smith, N., *The Present Status of Color Television*, Proceedings of the I.R.E., 1950, 38:980-996.

Hewson, D., Personal Communication, 1979.

Lane, M., Personal Communication, 1980.

Mason, M., *Reading Ability and Letter Search Time: Effects of Orthographic Structure Defined by Single-letter Positional Frequency*, Journal of Experimental Psychology: General, 1975, 104:146-166.

Mewhort, D.J.K, *Sequential Redundancy and Letter Spacing as Determinants of Tachistoscopic Recognition*, Canadian Journal of Psychology, 1966, 10:435-444.

Paterson, D.G. and Tinker, M.A., *Readability of Newspaper Headlines Printed in Capitals and Lower Case*, Journal of Applied Psychology, 1946, 30:161-168.

Poulton, E.C. and Brown, C.H., *Rate of Comprehension of an Existing Teleprinter Output and of Possible Alternatives*, Journal of Applied Psychology, 1968, 52:16-21.

Pritchard, D.H., *U.S. Color Television Fundamentals: A Review*, SMPTE Journal, 1977, 86:819-828.

Scanlan, L.A. and Carel, W.L., *Human Performance Evaluation of Matrix Displays: Literature and Technology Review*, Aerospace Medical Research Laboratory, AMRL-TR-76-39, 1976.

Shurtleff, D.A., *Studies in Television Legibility*, Information Display, Jan/Feb 1967, pp 40-45.

SMPTE Recommended Practices, RP27.3, Society of Motion Picture and Television Engineers, 1972.

Snyder, H.L. and Maddox, M.E., *Information Transfer from Computer-generated Dot-matrix Displays*, Report HFL-78-3/ARO-78-1, U.S. Army Research Office, Research Triangle Park, N.C., 1978.

Tinker, M.A., *Examiner's Manual for the Tinker Speed of Reading Test*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1955.

Tinker, M.A., *Bases for Effective Reading*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1965.

Tinker, M.A. and Paterson, D.G., *Influence of Type Form on Eye Movements*, Journal of Experimental Psychology, 1939, 25:528-531.

Treurniet, W.C., *Spacing of Characters on a Television Display*, In P.A. Kolers, M.E. Wrolstad, and H. Bouma (Eds.), Processing of Visible Language 2, New York: Plenum Press, 1980.

Warren, A.L., *The Perceptibility of Lower Case and All Capitals Newspaper Headlines*, Masters' Thesis (1942) abstracted in Cornog, D.Y. and Rose, F.C. (Eds.), Legibility of Alphanumeric Characters and Other Symbols. II. A Reference Handbook, National Bureau of Standards, Misc. 262-2, 1967.

CRC DOCUMENT CONTROL DATA

1. **ORIGINATOR:** *Department of Communications*/Communications Research Centre

2. **DOCUMENT NO:** CRC Technical Note No. 705-E

3. **DOCUMENT DATE:** May 1981

4. **DOCUMENT TITLE:** Display of Text on Television

5. **AUTHOR(s):** W.C. Treurniet

6. **KEYWORDS:** (1) Text
(2) Television
(3) Display

7. **SUBJECT CATEGORY (FIELD & GROUP: COSATI)**

5 Behavioral and Social Sciences

5 05 Human Factors Engineering

8. **ABSTRACT:**

A videotex service is a means whereby the general public will be able to access various kinds of information from central data bases. Textual and graphical information will be displayed on television receivers much like those currently used in people's homes. Technical and graphic design problems related to the display of such information on a colour television are addressed in this report. The results of several studies concerned with the display of text are described, and the relative merits of Red–Green–Blue versus composite video input are discussed.

9. **CITATION:**

Centre de Recherches sur les Communications

AFFICHAGE DE TEXTES À LA TÉLÉVISION

par

W.C. TREURNIET

NOTE TECHNIQUE N° 705-F DU CRC

Ministère des Communications
Department of Communications

OTTAWA, MAI 1981

CENTRE DE RECHERCHES SUR LES COMMUNICATIONS

MINISTÈRE DES COMMUNICATIONS
CANADA

AFFICHAGE DE TEXTES À LA TÉLÉVISION

par

W.C. Treurniet

(Division de technologie de l'information)

NOTE TECHNIQUE N° 705-F DU CRC

Mai 1981
OTTAWA

ATTENTION

Ces renseignements sont fournis à la condition expresse que les droits de propriété et les droits de brevet soient protégés.

SOMMAIRE

Dans le cadre des efforts déployés par le ministère des Communications pour encourager le développement des services de vidéotex au Canada, le groupe de recherches sur le comportement a étudié un certain nombre de questions relatives à l'établissement de normes nationales et internationales. Il était entre autres nécessaire de se mettre d'accord quant aux dimensions et à l'espacement des caractères utilisés pour la composition des textes de façon à ce que textes et représentations graphiques conservent toujours les mêmes relations spatiales quel que soit le type d'affichage utilisé. Le système de télévision européen à 625 lignes permet de présenter 24 lignes de texte. Pour assurer la compatibilité des pages, il serait souhaitable que le système nord-américain de 525 lignes puisse présenter le même nombre de lignes de texte. Cependant, certaines contraintes nous forcent à limiter à 20 le nombre de lignes de texte présentées par un vidéotex utilisant le système à 525 lignes. La plupart des modèles de téléviseurs produisent un surbalayage horizontal et vertical de sorte que la zone d'image sûre correspond à 80% de la surface totale de balayage. Verticalement, cela donne 193 lignes par trame ce qui permet de présenter 21.5 lignes de caractères si on utilise une matrice de points de 6 x 9 ou seulement 19 avec une matrice de 6 x 10. Une zone d'image sûre de 83% permettrait d'obtenir 20 lignes avec une matrice de points de 6 x 10. Nous justifierons plus loin ce choix d'une matrice de caractère de 6 x 10. Le nombre maximum de lignes des textes que l'on présentera à la télévision doit être déterminé à partir des aspects suivants de l'affichage de texte à la télévision.

SURBALAYAGE

Bien qu'une trame comporte 525 lignes de balayage, on ne peut pas toutes les utiliser pour transmettre de l'information. D'abord, 42 de ces lignes correspondent à l'intervalle de suppression verticale: cela laisse 483 lignes qui sont utilisables. De plus, le "SMPTE Recommended Practice 27.3" (1972) recommande qu'on considère que 80% de la hauteur de l'image forme "la zone d'image sûre à l'intérieur de laquelle on doit présenter l'information la plus importante de façon à assurer une bonne visibilité de l'information." Il y a donc 386 lignes de balayage dans la zone d'image sûre. Puisque, pour limiter le scintillement, chaque trame doit porter la même quantité d'information, cela fait 193 points disponibles le long de l'axe vertical de cette zone.

DIMENSIONS DE LA MATRICE DE CARACTÈRES

On a procédé à plusieurs études pour déterminer quelle serait la hauteur minimum requise pour obtenir une bonne lisibilité des caractères. Par exemple, Smith (1979) a étudié la lisibilité des caractères des media écrits traditionnels et en a conclu que le caractère devait avoir une sous-tendante d'au moins dix minutes pour assurer une reconnaissance précise à 90% et de 24 minutes pour une précision de 100%. Saibert, Kasten et Potter (1959) ont découvert que, pour obtenir une précision de lisibilité de 100% des caractères transmis à un moniteur par une caméra de télévision, on avait besoin d'une sous-tendante d'au moins 10 minutes. Hemingway et Erickson (1969), utilisant eux aussi une caméra de télévision, ont découvert qu'il y avait une relation inverse entre la sous-tendante d'un caractère et le nombre de lignes de balayage par symbole pour des angles de 6 à 16 minutes. La relation dans le cas d'une précision à 95% était: $S \times A = 90$, où S est le nombre de lignes par symbole et A la sous-tendante angulaire du symbole en minutes. Cette équation signifie qu'on doit utiliser au moins 9 lignes de balayage pour une lettre ayant une sous-tendante de 10 minutes.

Les résultats obtenus à partir de systèmes d'affichage de lettres utilisant une caméra de télévision sont comparables à ceux qui ont été obtenus d'affichages de matrices de points commandés par ordinateur. Snyder

et Taylor (1979) ont découvert que l'angle sous-tendu par un caractère d'une matrice de points devait être d'au moins 10.8 minutes pour des distances de lecture inférieures à 1.5 mètre. Shurtleff (1970) (revue de Scanlan et Carel, 1976) a démontré que l'utilisation d'une matrice de caractères de 3 x 5 entraînait plus d'erreurs d'identification et une vitesse d'identification plus faible que celle d'une matrice de 5 x 7 ou de dimensions supérieures. Buckle (1977) recommande, en se basant sur un examen de la documentation, que 5 x 7 soit considéré comme les dimensions minima d'une matrice et qu'on utilise de préférence une matrice de 7 x 9. Il recommande aussi que les lettres aient des sous-tendantes d'au moins 15 minutes.

Il semble donc qu'un caractère devrait sous-tendre une hauteur minimum de 10 minutes et que les dimensions minima de la matrice de points devraient être de 5 x 7. On n'a pas fait d'essais avec une matrice d'une hauteur de 6 lignes, probablement parce que l'utilisation d'un nombre pair de lignes entrainerait une asymétrie inhabituelle et indésirable pour les lettres comme "B", "E", ou "H".

DISTANCE DE VISION

Thompson (1957) a étudié la distance de vision préférée par des téléspectateurs regardant une image sans modulation ou une émission diffusée en direct. Dans les deux cas, la distance préférée correspondait au point où la structure des lignes commençait à devenir imperceptible. Cette distance était égale à peu près 7 fois la hauteur de l'image. Ces résultats ayant été obtenus à l'aide d'une technologie d'il y a 25 ans, il est possible qu'ils ne s'appliquent plus aux tubes images des téléviseurs couleurs d'aujoud'hui. Cependant, rien n'indique que les gens ne se placent maintenant pour regarder la télévision à des distances plus grandes qui réduiraient l'angle visuel des objets présentés sur l'écran. En fait, la structure des lignes est encore moins évidente sur les écrans des téléviseurs couleurs modernes.

LONGUEUR DES JAMBAGES

Peu d'études ont été publiées relativement à des expériences utilisant des lettres minuscules. C'est dire qu'on n'a pas étudié le problème de la longueur des jambages descendants avant l'expérience de Treurniet (1980) qui est résumée dans cette communication. Cette expérience a démontré que la détection et la reconnaissance étaient plus rapides lorsque les jambages dépassent la ligne d'un élément d'image que lorsqu'ils ne "descendent" pas du tout. On n'obtient pas de meilleurs résultats lorsque le jambage dépasse de plus d'un élément d'image. On peut en conclure que les jambages descendants aident à la lisibilité et qu'une longueur d'un élément d'image est suffisante. Cet élément d'image additionnel porte la hauteur minimum de la matrice de caractères à huit éléments d'image.

POSITION DES ACCENTS

On décrira plus loin une expérience effectuée pour obtenir un classement par ordre de préférence des différentes méthodes de position des accents. On a présenté à 20 francophones des photographies de textes français sur écran de télévision. La méthode A consistait à placer les accents entièrement à l'intérieur de la matrice de 5 x 7 sans modifier la forme des lettres de sorte que l'accent était souvent en contact avec la lettre. Dans le cas de la méthode B, l'accent était placé complètement au-dessus de la matrice dans l'interligne. La méthode C consistait à placer l'accent en partie à l'intérieur de la matrice et en partie dans l'interligne. Et enfin, la méthode D plaçait l'accent complètement à l'intérieur de la matrice en réduisant la hauteur de la lettre de façon à laisser un espace entre l'accent et la lettre. Les 20 classements obtenus ont indiqué une nette préférence pour la méthode C. Dans ce cas, l'accent s'élevait d'un élément d'image au-dessus de la matrice de 5 x 8.

ESPACEMENT DES LIGNES

On a étudié, lors d'expériences mesurant la lisibilité et la préférence qui seront décrites plus loin, l'espace minimum requis entre les lignes d'un texte présenté sur écran de télévision. L'expérience de lisibilité consistait à mesurer le temps nécessaire pour situer un caractère donné sur une ligne de lettres disposées au hasard. On utilisait une matrice de caractère de 5 x 7 comportant des lignes additionnelles pour les jambages. La vitesse de lecture était augmentée de façon significative lorsque l'espace entre les lignes était de trois plutôt que d'un ou deux éléments d'image. On n'a pas observé de différence dans ces deux derniers cas. Cet espace s'ajoute à celui qui est prévu pour les jambages. On peut croire qu'on n'obtiendrait pas cet effet de l'espacement des lignes avec les redondances de séquence et de position qu'on trouve dans un vrai texte. Il ne faut cependant pas oublier que le vidéotex est souvent utilisé pour présenter des listes de noms propres ou des colonnes de chiffres comme par exemple les cours de la bourse ou des horaires de chemins de fer. Dans ces cas-là, il peut ne pas y avoir beaucoup de redondances. Il est donc préférable d'utiliser un espace de trois éléments d'image entre les lignes.

Lors de l'expérience visant à déterminer la préférence, on demandait à 35 personnes de lire un court texte de 40 à 50 pages d'affichage. Après chaque page, le sujet pouvait changer l'espacement des lignes pour la page suivante. Lorsqu'il lisait deux pages sans changer l'espacement, on considérait qu'il s'agissait d'un espacement "préféré" et on adoptait pour la page suivante un autre espacement très grand ou très petit. On demandait aux sujets de choisir l'espacement qu'ils préféraient le plus. On considérait comme mesure dépendante la moyenne des 2 derniers espacements choisis. On a observé une variation considérable des résultats d'un sujet à l'autre: cela allait de 2.3 à 9.5 éléments d'image. La moyenne globale était de 4.8 éléments d'image. Si on suppose qu'une expérience de ce genre pouvait vraiment mesurer l'espacement préféré des lignes, il est clair que celui-ci n'est pas inférieur à celui qui a été établi à partir de l'expérience de lisibilité. On peut donc conclure cette fois encore que l'espacement des lignes devrait être d'au moins trois éléments d'image.

On peut résumer ce qui précède de la façon suivante:

1. Il y a 193 points disponibles autour de l'axe vertical de la zone d'image sure.

2. On peut considérer que la distance moyenne pour regarder la télévision est égale à moins de 7 fois la hauteur de l'image.

3. Les dimensions minimum de la matrice de points, en excluant l'espace entourant le caractère, doivent être de 5 x 7. Un caractère de cette dimension sous-tend un arc d'environ 17 minutes à la distance notée au paragraphe 2 ce qui est de beaucoup supérieur à la sous-tendante de 10 minutes recommandée.

4. On doit ajouter au moins 1 ligne d'éléments d'image au bas de la matrice de caractère pour les lettres descendantes.

5. On doit ajouter au moins 1 ligne d'éléments d'image au haut de la matrice de caractères pour les accents qu'on trouve dans les langues latines.

6. Les lignes doivent être espacées d'au moins 3 éléments d'image.

Tout cela nous conduit à recommander un nombre maximum de lignes de texte pour les affichages sur systèmes vidéotex nord-américains. Les deux lignes d'éléments d'image nécessaires pour les jambages et les accents font passer la hauteur de la matrice de 7 à 9 lignes. Les 3 lignes nécessaires à l'espacement des lignes du texte la font passer à 12 lignes d'éléments d'image. Mais cela ne permet de présenter que 16 lignes de texte si on utilise les 193 lignes d'éléments d'image disponibles. En réduisant l'espacement des lignes à 2 éléments

d'image on pourrait présenter 17 lignes de texte. On pourrait encore réduire à 10 lignes l'espace occupé par un caractère en replaçant une des lignes de l'interligne par la ligne supérieure de la matrice de caractère utilisée pour les accents. On pourrait alors présenter 19 lignes de texte. Si on suppose que la zone d'image sûre correspond à 83% plutôt qu'à 80% de la hauteur totale de l'image, on peut élever ce nombre à 20. Une réduction supplémentaire de l'interligne d'un élément d'image (c'est-à-dire une hauteur de 9 éléments d'image) permettrait de présenter 22 lignes de texte mais cela aurait l'inconvénient de laisser les accents des lettres minuscules toucher les caractères de la ligne supérieure. Puisqu'il n'y a pas de raison particulière pour adopter un système à 22 lignes, on recommande un maximum de 20 lignes de texte. Il est clair que l'affichage de 24 lignes proposé par les partisans du système vidéo européen n'est pas souhaitable pour les systèmes nord-américains, compte tenu du surbalayage qu'on trouve chez les récepteurs de télévision ordinaires.

L'espacement des lignes est encore influencé par la présence d'accents sur les lettres majuscules. Au Canada, c'est le cas avec la langue française et cela peut aussi se produire avec d'autres langues. On considère que 10 lignes représentent la hauteur minimum requise pour une matrice pour pouvoir y placer un accent sur une lettre majuscule. Même dans ce cas, l'accent touche à la fois à la lettre et au jambage de la ligne supérieure. Il serait impossible de mettre un accent à une majuscule si on utilisait une matrice haute de 9 lignes seulement.

Il serait préférable de disposer d'un espace d'un élément d'image immédiatement au-dessous et au-dessus de l'accent. De cette façon, l'espace de caractère nécessaire pour pouvoir tracer des accents serait supérieur de deux lignes aux 10 lignes recommandées précédemment. Comme on l'a indiqué plus haut, cet espace de 12 lignes permettrait de présenter 16 lignes de texte dans la zone d'image sûre. Le système canadien Télidon a été conçu pour permettre d'augmenter l'espacement des lignes de la moitié de la hauteur de la matrice. On peut ainsi tracer des accents sur des majuscules occupant un espace de 10 lignes en augmentant de 5 lignes l'espace entre les lignes de texte. Un espace de caractère de 15 lignes laisse suffisamment de place pour tracer les accents sur les majuscules mais limite à 13 le nombre de lignes de texte pouvant être présentées.

On peut tirer des travaux décrits dans cette note technique d'autres conclusions et d'autres recommandations relatives à l'affichage de texte.

1. On n'a pas observé de différence dans la vitesse moyenne de lecture selon que les textes sont écrits en majuscules ou en minuscules. On peut donc s'en tenir aux conventions établies quant au choix du type de caractère pour l'affichage de textes sur écran de télévision.

2. Le résultat des expérience de lisibilité indique que l'espacement optimum des lettres et des lignes sur une page dépend du modèle de jeu de caractères utilisé. On a notamment fait l'hypothèse que ces espacements pouvaient dépendre de l'étendue avec laquelle les lettres remplissent la matrice de caractères.

3. On considère généralement qu'un espacement proportionnel améliore la lisibilité d'une page. On doit l'utiliser lorsque c'est possible.

4. Lorsqu'on utilise l'espacement proportionnel, on doit réduire l'espacement des mots. Pour les jeux de caractères de 5 x 8 et de 7 x 11 qui ont été utilisés lors des expériences, l'espacement préféré pour les mots était de 6 éléments d'image lorsque l'espacement des lettres composant ces mots était de 2 éléments d'image.

5. L'utilisation du signal vidéo complexe du CNST demande beaucoup d'attention lors de la composition du contenu de l'image. Un modèle de jeu de caractères approprié permet d'obtenir un affichage de texte en noir et blanc acceptable. Si on utilise la couleur, on doit être très prudent puisqu'il est alors inévitable que se forment des rayures chromatiques sur le contour des couleurs. Il

faut que les éléments des lignes verticales soient larges d'au moins 2 éléments d'image pour être complètement illuminés. Le signal vidéo RVB permet d'éliminer la plupart de ces problèmes inhérents au signal vidéo complexe CNST. Il est donc préférable d'utiliser un signal vidéo RVB.

6. La création des jeux de caractères est un art qui requiert une formation particulière. On trouvera dans ce rapport des exemples de différents modèles de jeux de caractères conçus par des graphistes professionnels. On recommande leur utilisation sur des tubes images de télévision à masque d'ombre comme celui du téléviseur Electrohome, modèle C40-852.

RÉFÉRENCES

Buckle, A.T., *A Review of the Literature on the Legibility of Alphanumerics on Electronic Displays*, U.S. Army Human Engineering Laboratory, Technical Memorandum 16-77, 1977.

Hemingway, J.C. and Erickson, R.A., *Relative Effects of Raster Scan Lines and Image Subtense on Symbol Legibility on Television*, Human Factors, 1969, 11:331-338.

Scanlan, L.A. and Carel, W.L., *Human Performance Evaluation of Matrix Displays: Literature and Technology Review*, Hughes Aircraft Company, AMRL-TR-76-39, 1976.

Seibert, W.F., Kasten, D.F. and Potter, J.R., *A Study of Factors Influencing the Legibility of Televised Characters*, Journal of the SMPTE, 1959, 68:467-472.

Shurtleff, D.A., *Studies of Display Symbol Legibility: XXI. The Relative Legibility of Symbols Formed From Matrices of Dots*, Tech. Rep. ESD-TR-69-432 (AD 702 491), Deputy for Tactical Systems, L.G. Hanscom Field, Bedford, Mass., 1970.

Smith, S.L., *Letter Size and Legibility* Human Factors, 1979, 21:661-670.

Snyder, H.L. and Taylor, G.B., *The Sensitivity of Response Measures of Alphanumeric Legibility to Variations in Dot Matrix Display Parameters*, Human Factors, 1979, 21:457-471.

Thompson, F.T., *Television Line Structure Suppression*, Journal of the SMPTE, 1957, 66:602-606.

Treurniet, W.C., *Spacing of Characters on a Television Display*, In P.A. Kolers, M.E. Wrolstad, and H. Bouma (Eds.), Processing of Visible Language 2, New York: Plenum Press, 1980.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE v

RÉSUMÉ 1

INTRODUCTION 1

1. NORMES ACTUELLES DE LA TÉLÉVISION 2

   1.1 Définition 2

   1.2 Scintillement 3

2. L'AFFICHAGE DE TEXTES À LA TÉLÉVISION 4

   2.1 Expériences mesurant le rendement 4

      2.1.1 Majuscules et minuscules 4

      2.1.2 Espacements et dimensions des caractères 7

   2.2 Expériences mesurant la préférence des téléspectateurs 10

      2.2.1 Position des accents 10

      2.2.2 Espacement proportionnel des lettres 11

      2.2.3 Largeur de l'espace de caractère 17

      2.2.4 Espacement des lettres et des lignes 20

   2.3 Vidéo rouge-vert-bleu (RVB) et vidéo complexe du CNST 23

3. MODÈLES DE JEUX DE CARACTÈRES 31

4. CONCLUSIONS 45

5. REMERCIEMENTS 46

6. RÉFÉRENCES 46

AFFICHAGE DE TEXTES À LA TÉLÉVISION

par

W.C. Treurniet

RÉSUMÉ

Le service de vidéotex permet au public d'avoir accès aux différents types d'information des centres de données. L'information textuelle et graphique y est présentée sur des téléviseurs semblables à ceux qu'on trouve actuellement dans nos maisons. Ce rapport traite des problèmes techniques et de conception graphique reliés à l'affichage de ce genre d'information sur les écrans de téléviseurs couleurs. On y expose aussi les résultats de nombreuses études concernant l'affichage de texte et on y discute des avantages relatifs des signaux vidéo rouge-vert-bleu et des signaux vidéo complexes.

INTRODUCTION

Un système de télévision doit présenter l'information visuelle de façon à ce qu'elle corresponde de façon satisfaisante aux préférences et aux capacités visuelles de l'observateur. (Voir Condon, Bailey, Everitt, Fink et Smith, 1950). Pour cette raison, il est parfois nécessaire de recommander des changements techniques ou divers contrôles du contenu de l'image lorsqu'on invente de nouvelles utilisations pour la télévision. Il est difficile et coûteux de procéder à des changements importants du système de télévision si on ne maintient pas la compatibilité avec les systèmes antérieurs. Ainsi, lorsqu'on a ajouté la couleur au système monochrome, on à veillé à ce que les récepteurs monochromes puissent recevoir le signal couleur tout en ignorant l'information relative à la couleur. Les nouvelles utilisations qu'on a découvertes pour la télévision, comme le vidéotex, posent de nouveaux problèmes quant à l'efficacité de l'affichage à la télévision.

Les services de vidéotex doivent présenter de façon satisfaisante le matériel graphique et alphanumérique sur des affichages statiques. Il faut se souvenir que lorsqu'on doit procéder à de longues lectures sur écran de télévision, on utilise cet appareil à une fin pour laquelle il n'a pas été spécifiquement conçu. La contrainte imposée par la largeur de bande limitée a plusieurs conséquences au niveau de la perception. Une conception appropriée du contenu de l'image peut réduire l'effet de certaines de ces conséquences, mais d'autres nécessitent des changements techniques importants. Ce rapport décrit brièvement certains aspects pertinents des normes de télévision nord-américaines et analyse les expériences concernant la présentation d'images vidéo statiques.

1. NORMES ACTUELLES DE TÉLÉVISION

En Amérique du Nord, les normes reconnues pour la transmission par télévision sont celles qui ont été recommandées par le Comité National des Systèmes de Télévision (CNST) (voir Pritchard 1977). Ces normes imposent des restrictions quant à l'utilisation du spectre des fréquences radio pour l'émission et la réception de signaux de télévision. Les nouvelles innovations dans le domaine de la radiodiffusion doivent être compatibles avec les normes existantes afin de réduire au minimum l'obsolescence du matériel. Ces normes concernent principalement la définition et le scintillement de l'image.

1.1 DÉFINITION

Une image de télévision est le résultat de la présentation successive de lignes de balayage horizontales par un faisceau d'électrons sur la face d'un tube à rayons cathodiques. Chaque image est composée de 525 lignes de balayage. Puisqu'un certain nombre de lignes apparaissent durant l'intervalle de suppression verticale alors que le faisceau d'électrons retourne du bas au haut de l'écran, il reste environ 483 lignes pour porter l'information. Chaque image est de plus divisée en deux trames formées de lignes alternées de l'image. Cette technique qui consiste à placer des lignes de balayage adjacentes dans des trames alternées est appelée "entrelacement des lignes". Chaque trame se présente à une fréquence de 30 Hz. L'image complète est donc visualisée à la fréquence de 30 Hz. Puisque les deux trames se présentent alternativement tous les 1/60^{e} de seconde, l'image semble être visualisée à une fréquence de 60 Hz lorsque l'observateur est suffisamment éloigné pour que les lignes de balayage successives ne puissent pas être distinguées. Les 483 lignes de balayage imposent une limite supérieure à la définition verticale de l'image.

La définition horizontale est déterminée par la vitesse de changement d'intensité du faisceau d'électrons qui balaie la ligne. Dans les récepteurs couleurs utilisant un tube image à masque d'ombre, chaque ligne est subdivisée en séries d'éléments circulaires ou rectangulaires rouges, verts ou bleus. La définition horizontale est limitée par la distance qu'il y a entre les groupes successifs de 3 éléments. Deux éléments de même couleur sont séparés par des éléments des deux autres couleurs. De plus les éléments de la même couleur sont échelonnés sur des lignes successives. On utilise une technique appelée "hautes fréquences mixtes" pour réduire la diminution de définition horizontale

causée par l'addition d'information relative à la couleur. Ce procédé est basé sur le fait que "la capacité de l'oeil à distinguer le détail de la différence de couleurs est inférieure de moitié à sa capacité à distinguer les détails de brillance." (Bedford, 1950). Cette différence de sensibilité de l'oeil à la brillance et à la couleur permet de réduire le détail de la couleur sans affecter de façon significative l'apparence de l'image. Il suffit de s'en tenir aux détails les plus subtils des différences de luminosité. On obtient le signal de luminosité en réunissant et mélangeant les plus hautes fréquences des trois signaux de couleur avant la transmission. Le signal qui en résulte forme des ombres grises sur l'écran du récepteur. En conséquence, la précision des détails de la couleur sur une image de télévision dépend uniquement des variations de brillance. On peut de plus utiliser un procédé bichrome d'orange et de bleu pour rendre les détails intermédiaires. L'utilisation des trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu) n'est nécessaire que pour représenter de grandes surfaces de couleur. En ne transmettant que l'information distinguable par l'oeil, on améliore la définition de l'image couleur tout en respectant les limites de la largeur de bande de fréquence disponible. Donc, la définition horizontale est limitée par la largeur de bande disponible et par la disposition des points de couleur sur la face du tube image.

1.2 SCINTILLEMENT

Comme on l'a indiqué à la section précédente, l'image "entrelacée" semble se présenter à une fréquence de 60 Hz. Cette fréquence est considérée comme étant assez élevée pour maintenir l'apparence d'une luminosité constante à une image d'une brillance adéquate lorsqu'elle est rafraîchie de façon répétée. Un rythme de "rafraîchissement" trop faible provoque un scintillement ennuyant tandis qu'un rythme plus élevé que le minimum nécessaire conduit à un gaspillage de la largeur de bande disponible.

On distingue deux types de scintillement: le scintillement de grande surface, lorsqu'une partie brillante de l'image sous-tend un angle de vision relativement grand, et le scintillement de petite surface, lorsque le détail de l'image est de la dimension de quelques éléments d'image ou de quelques lignes de balayage. On perçoit ce type de scintillement surtout lorsqu'on regarde l'image de près. Un des types de scintillement de petite surface est celui qui se produit lorsque le détail horizontal n'est montré que sur une seule ligne de balayage. Ce genre de détail est rafraîchi à une fréquence de 30 Hz, ce qui est égal ou inférieur à la fréquence de fusion du scintillement pour la plupart des gens. Le scintillement de petites surfaces se présente aussi sous la forme de déformations de la structure des lignes, c'est-à-dire un mouvement des lignes vers le haut ou le bas causé par l'illumination successive de lignes adjacentes dans la partie brillante de l'image. Cet effet peut être causé par un mouvement vertical du contenu de l'image.

On peut réduire le scintillement en diminuant l'intensité de l'image ou en augmentant la fréquence de rafraîchissement. Lorsque la largeur de bande disponible est fixe, une augmentation de la fréquence de rafraîchissement exige une réduction de la définition, tandis qu'une réduction de l'intensité de l'image peut entraîner une réduction indésirable du contraste ou de la gamme dynamique d'intensité.

2. AFFICHAGE DE TEXTES À LA TÉLÉVISION

Le nombre d'éléments d'image disponibles sur un écran de télévision détermine la densité maximum de l'information textuelle qu'on peut y présenter. Puisque le nombre d'éléments d'image est déterminé par le dispositif de production des caractères, le nombre de mots qu'on peut présenter dépend du nombre d'éléments d'image utilisés pour former chaque lettre. On est généralement d'accord pour dire que, sur la base des études de lisibilité, une matrice de points 5 x 7 constitue le minimum qui est requis pour assurer une représentation adéquate des caractères (voir Scanlan et Carel, 1976). On peut encore modifier le nombre de mots présentés en changeant l'espacement des lettres, des mots ou des lignes ou encore en utilisant un espacement proportionnel. L'espacement proportionnel consiste à réduire la largeur de la matrice aux dimensions de la lettre. L'espacement idéal dépend probablement jusqu'à un certain point de la largeur de bande du signal portant l'information. Ainsi, le signal vidéo complexe du CNST peut nécessiter des espacements différents de ceux qui sont nécessaires pour un signal vidéo rouge, vert, bleu (RVB) dont la bande de fréquences est plus étendue. Le système vidéo RVB contrôle directement les 3 canons électroniques des tubes à rayons cathodiques et n'est pas limité par la largeur de bande imposée par les normes du CNST.

Pour les expériences qui suivent, on a employé un appareil de traitement graphique Norpak RGP500 pour présenter un texte sur un écran d'affichage composé de 240 éléments d'image verticaux et de 320 éléments d'image horizontaux. On a étudié les dimensions de l'espacement des lettres avec un affichage RVB ainsi que les problèmes spécifiques aux affichages vidéo complexes.

2.1 EXPÉRIENCES MESURANT LE RENDEMENT

On a utilisé des majuscules pour la plupart des expériences relatives aux modèles de caractères des matrices de points. Lorsqu'on a entrepris ce projet, on ignorait s'il était préférable d'employer des majuscules ou des minuscules pour des expériences relatives à la lecture sur écran de télévision. Les premières expériences ont donc servies à comparer la lisibilité relative de textes écrits en majuscules et en minuscules. On s'est servi pour cela de tests de vitesse de lecture. Lors d'expériences subséquentes, on a étudié l'effet de la modification de l'espacement des lettres et des lignes sur la lisibilité des caractères.

2.1.1 Majuscules et Minuscules

Nous sommes habitués à lire des textes écrits en minuscules. Plusieur études suggèrent qu'on préfère les minuscules parce qu'elles permettent une lecture plus rapide à des distances de lecture normales (Breland et Breland, 1944; Paterson et Tinker, 1946; Warren, 1942) et aussi parce que la comprehension est alors plus aisée (Poulton et Brown, 1968). Il est possible que cette lecture plus rapide et améliorée dans 1^{e} cas des minuscules soit due au fait qu'il y a plus d'information disponible à la périphérie visuelle quant à la forme et aux limites des mots. Cette hypothèse est appuyée par une étude antérieure (Tinker et Paterson, 1939) qui a démontré qu'il se produit plus de pauses de fixation de l'oeil lorsqu'on lit un texte écrit en majuscules que lorsqu'on lit un texte écrit en minuscules. Si le traitement

périphérique est meilleur dans le cas d'un texte en minuscules, on devrait retrouver cette différence de vitesses de lecture dans le cas d'un texte présenté sur un écran de télévision.

On a effectué une étude pilote pour déterminer comment le rendement de lecture variait par rapport à la distance de lecture selon qu'un texte présenté sur un écran d'affichage était écrit en majuscules ou en minuscules. On a déterminé la vitesse de lecture en utilisant l'échelle de vitesse de lecture élémentaire (Carver, 1971), qui est une modification du test de vitesse de lecture Tinker (Tinker, 1955). Ce test consiste à identifier, dans une ou plusieurs phrases de 30 mots environ, le mot qui ne correspond pas au contexte. Puisque la compréhension du texte est facile, on considère que la vitesse d'identification est une bonne mesure du processus de perception. Voici un exemple du genre de phrase utilisée: "Lorsque je vais au parc, je prends une balle, un bâton et un gant de baseball et tout ce dont j'ai besoin d'autre pour dormir". Dans ce cas, il est évident que le mot "dormir" ne correspond pas au contexte de la phrase. Carver (1971) mentionne que le test a un taux de fiabilité élevé (.96) et il semble que la méthode soit valable puisqu'une bonne compréhension du texte est nécessaire pour effectuer correctement le test.

Ce texte a été présenté sur un moniteur Setchell-Carlson noir et blanc de 17 pouces avec entrée vidéo à bande de base. Les caractères ont été conçus sur une matrice de points 5 x 7 qui couvrait une hauteur de 14 lignes de balayage sur l'écran. Les réponses orales des sujets étaient détectées par un dispositif électronique de commutation par la voix. Un commandement oral provoquait l'effacement de l'affichage et l'experimentateur présentait alors l'affichage suivant en pressant sur un bouton poussoir. On mesurait le temps de lecture à la msec près avec une horloge contrôlee par ordinateur.

On demandait aux sujets de lire les phrases le plus rapidement possible et d'indiquer le mot inapproprie aussitôt qu'ils l'auraient découvert. On effectuait l'expérience à trois distances de lectures differentes: 18, 40 et 84 pouces. Chaque personne devrait lire des textes écrits en majuscules et d'autres écrits en minuscules. On répartissait de façon équilibrée le contenu des textes et les types de caractères (majuscules ou minuscules) entre les sujets.

L'analyse des résultats de cette expérience a montré que la distance de lecture et le type de caractère n'avaient pas d'effet sur la vitesse de lecture. On n'avait pas prévu cela et on a donc procédé à une seconde expérience pour vérifier les hypothèses proposées pour expliquer ces résultats inattendus.

Au cours d'expériences précédentes où on avait noté des différences de vitesses de lecture pour un même texte selon qu'il était écrit en majuscules ou en minuscules, on avait permis aux sujets de passer d'un article à l'autre à leur propre rythme. Par contre, dans le cas de l'expérience décrite ci-dessus, cela était contrôlé par l'expérimentateur. Il est possible que cette différence de méthodologie ait joué d'une façon ou d'une autre en ce qui concerne le processus de lecture. Une autre différence entre les 2 expériences tenait à la stabilité relative des affichages. Alors que le papier offre une stabilité parfaite, le médium vidéo a tendance à provoquer un peu de scintillement à cause de la fréquence de rafraîchissement de 30 Hz. Il est

possible que cette instabilité ait nui à l'utilisation de l'information périphérique et entraîné des résultats identiques pour les minuscules et les majuscules. On a procédé à une seconde expérience pour déterminer si cette différence observée entre les vitesses de lecture pouvait être obtenue dans des conditions similaires à celles employées par d'autres chercheurs et aussi pour évaluer l'effet du scintillement sur le rendement de lecture.

Cette fois encore, on a utilisé des textes de l'échelle de vitesse de lecture élémentaire (Carver, 1971). Ces textes étaient présentés sur trois médias différents. On utilisait d'abord le papier pour obtenir une approximation des conditions des expériences qui avaient indiqué un effet du type de caractère sur la vitesse de lecture. On mesurait à l'aide d'un chronomètre le temps nécessaire pour lire dix articles. On présentait ensuite les textes sur écran de deux façons différentes. La première consistait à créer les caractères sur l'écran en excitant le phosphore d'affichage à l'aide d'un faisceau électronique et la seconde à projeter des photographies de ces affichages sur un écran non illuminé en utilisant un projecteur de diapositives. Cette dernière méthode permettait de conserver la luminosité et le contenu de chaque affichage tout en éliminant le scintillement. Tous les sujets utilisaient les trois médias mais la partie de l'expérience concernant le médium "papier" était conçue différemment des deux autres. On avait procédé ainsi pour permettre un équilibrage partiel des conditions et du matériel expérimentaux. Cette différence empêche de comparer les vitesses de lecture obtenues avec le médium "papier" avec celles obtenues à l'aide des deux autres médias.

Dix textes différents étaient utilisés pour chaque cas. Puisque chaque sujet devait lire les textes en majuscules puis en minuscules pour chacun des trois médias, cela représentait 60 textes au total. Trente-deux personnes ont participé à cette expérience.

L'analyse du temps de lecture moyen a encore une fois démontré que le type de caractère n'avait pas d'effet significatif sur la vitesse de lecture quel que soit celui des trois médias qu'on utilise. On n'a pas non plus noté d'interactions entre le type de caractère (majuscules ou minuscules) d'une part et l'utilisation de la télévision ou de la projection d'autre part. Les résultats de cette expérience nous amènent à penser que ou bien il n'y a pas de différence dans la vitesse de lecture de textes écrits en majuscules ou en minuscules pour le jeu de caractères utilisé ou alors que le test de vitesse de lecture n'était pas assez sensible pour déceler une telle différence. D'autres études qui ont elles permis d'observer une différence à cet égard utilisaient un plus grand nombre de sujets et présentaient donc une plus grande exactitude statistique (voir Paterson et Tinker, 1946), ou alors comportaient des conditions expérimentales plus sévères que celle d'une simple différence de type de caractères (Snyder et Maddox, 1978).

Une analyse plus approfondie a permis de découvrir certaines indications de similitude de lecture entre la télévision et l'imprimé dans le cas de la seconde expérience. On a obtenu une régression linéaire entre le temps moyen de lecture des gens lisant sur papier et celui des gens lisant sur l'écran de télévision. La pente de la ligne de régression qui en résultait était de .92 et la corrélation entre les 2 variables de .86, ce qui est très significatif. Cela indique que lorsque le temps de lecture change d'une personne à l'autre pour une lecture sur papier, on observe un changement

similaire pour une lecture sur écran de télévision. En d'autres termes, si la personne est un lecteur rapide lorsqu'elle utilise un médium, elle le sera aussi avec un autre.

Puisque les expériences n'ont pas démontré que les types de caractères avaient un effet sur la vitesse de lecture sur écran de télévision, il semble que le choix de majuscules ou de minuscules dépende plus de la préférence que du rendement. En conséquence, il ne semble pas y avoir de bonne raison pour ne pas suivre la méthode habituelle dans le choix du type de caractères.

2.1.2 Espacement et Dimensions des Caractères

La quantité d'information écrite qu'on peut présenter sur un écran dépend directement de l'espacement et des dimensions des caractères des affichages sont produits par illumination de points à l'intérieur d'une matrice de dimension donnée. Lorsque cette matrice est plutôt petite, les caractères semblent rectangulaires. Ils deviennent cependant facilement reconnaissables dans le cas de matrice de 5 x 7 ou de dimensions supérieures (Scanlan et Carel, 1976). Shurtleff (1967) a recommandé qu'on utilise au moins dix lignes de balayage pour présenter des symboles alphanumériques lorsqu'on emploie une caméra de télévision de type courant comme source. Cela est inférieur aux 14 lignes dont aurait besoin une matrice de 5 x 7 utilisant deux lignes de balayage par éléments d'image.

On doit standardiser l'espacement des caractères et des lignes pour pouvoir annoter les graphiques. En effet, si on présente les mots en utilisant des espacements de lettres différents de ceux prévus par l'auteur de l'image, ils ne conserveront pas la relation spatiale appropriée avec les graphiques qu'ils accompagnent. Les dimensions de ces espacements doivent être assez importantes pour assurer une bonne lisibilité mais ne doivent pas non plus réduire de façon importante la quantité d'information écrite pouvant être présentée.

On a décrit ailleurs en détail une expérience qui étudiait l'effet de différents espacements sur la lisibilité des lettres (Treurniet, 1980). Lors de cette expérience, les lettres étaient présentées sur un moniteur couleur RVB CONRAC modèle RHN 19/C de 19 pouces avec éléments au phosphore circulaires. Les lettres étaient inscrites en blanc sur fond incolore (équivalent de température de couleur: 6500 degrés). L'intensité de l'affichage était de 14 lamberts pieds lorsqu'il était complètement illuminé et l'éclairage ambiant de la pièce était de 34 bougies pieds. Pour chaque essai, on présentait un écran couvert de caractères 5 x 7 choisis au hasard. Le sujet devait se concentrer sur une seule rangée de caractères située près du centre de l'affichage. On facilitait la localisation en plaçant un symbole "plus" dans la marge de gauche vis-à-vis de la ligne en question. Le sujet devait identifier la première lettre de la ligne, découvrir les autres apparitions de cette lettre sur la même ligne et nommer la lettre qui suivait immédiatement la seconde apparition de la lettre cible. S'il ne découvrait pas la lettre cible, le sujet devait nommer la lettre placée à la fin de la ligne. La lettre cible était toujours une des suivantes: "g", "j", "p", "q" ou "y". Ces lettres permettaient de modifier la longueur des jambages de même que les espacements horizontaux et verticaux des lettres. Les jambages s'étendaient sous la ligne de 0, 1 ou 2 éléments d'image tandis que l'espacement horizontal et vertical était de 1, 2 ou 3 éléments d'image. On modifiait les trois

variables et chaque observateur était soumis à toutes les situations expérimentales. Les mesures dépendantes étaient le temps de lecture par lettre, lorsque la cible était localisée, et la fréquence avec laquelle on nommait la lettre de fin de ligne.

L'analyse des résultats n'a pas montré d'interaction entre les variables indépendantes. Cependant, tous les effets principaux étaient significatifs lorsque la vitesse de lecture était la variable dépendante. Cette vitesse de lecture était réduite de façon significative lorsque les jambages d'une lettre ne s'étendaient pas sous la ligne mais s'il y avait extension, le fait qu'elle soit de 1 ou de 2 éléments d'image ne faisait aucune différence. La vitesse de lecture était accrue de façon significative lorsque l'espacement des lignes de lettres était augmenté de 3 éléments d'image mais on n'observiat pas de différence entre des espacements de 1 et de 2 éléments d'image. Enfin, la vitesse de lecture diminuait de façon significative avec chaque augmentation de l'espacement des lettres. Cependant, l'analyse de la fréquence des erreurs montre qu'il y avait beaucoup plus d'erreurs commises avec l'espacement le plus petit (1 élément d'image) qu'avec les espacements plus grands (2 et 3 éléments d'image). Dans ces deux derniers cas, il n'y avait pas de différence significative dans le nombre de lettres cibles manquées.

On a conclu de ces résultats que, pour assurer une meilleure lisibilité, le jambage devait s'étendre sous la ligne d'au moins un élément d'image, que l'espacement des lignes devait être d'au moins trois éléments d'image et celui des lettres d'au moins deux éléments d'image. Si on ajoute cela à la matrice de base de 5 x 7 on fait passer les dimensions de l'espace occupé par un caractère à 7 x 11 éléments d'image.

Les limites imposées par les normes de télévision du CNST quant au nombre de lignes de balayage réduisent à 240 le nombre d'éléments d'image pouvant être présentés verticalement. Le surbalayage intégré par les fabricants dans les récepteurs de télévision conduit à réduire cela de 20 % ce qui ne laisse que 193 éléments d'image ("SMPTE Recommended Practice 27.3, 1972"). Un simple calcul nous montre que pour une telle surface, une matrice de 7 x 11 permet de présenter 17 lignes de texte. En supposant que le surbalayage vertical ne soit que de 16 % et en réduisant l'espacement des lignes à 2 éléments d'image, on pourrait présenter 20 lignes de texte. Le nombre d'éléments d'image pouvant être présentés horizontalement et le nombre d'éléments couleurs sur le masque d'ombre du tube image sont limités par la largeur de bande spécifiée par les normes du CNST. En pratique, toutes ces contraintes réduisent à environ 40 le nombre de caractères par ligne qu'on peut présenter sur un écran de télévision.

Certains auteurs (Buckle, 1977) croient qu'un jeu de caractères de 7 x 9 permet d'améliorer la lisibilité. C'est pour cette raison qu'on a pensé qu'un terminal vidéotex devrait fournir un jeu de caractères additionnel plus grand basé sur une matrice de caractère 7 x 9. On a repris l'expérience décrite ci-dessus en employant une matrice de 7 x 9 pluetôt que de 5 x 7 afin de déterminer quels étaient les espacements requis entre les caractères et entre les lignes. Au lieu d'utiliser un moniteur CONRAC, on s'est servi d'un récepteur de télévision couleur Electrohome modèle C40-852 modifié pour capter des signaux vidéo RVB. Cette modification avait été effectuée parce que le récepteur Electrohome devait servir au prochains essais pratiques du vidéotex.

L'analyse des résultats de cette expérience ne montre pas d'interaction entre les variables indépendantes. Cependant, la vitesse de lecture était influencée par deux de ces variables indépendantes. Ainsi, chaque diminution de l'espacement horizontal entraînait une augmentation significative de la vitesse de lecture. Bien que la mesure de la vitesse de lecture prise isolément ait indiquée que l'espacement minimal donnait le plus haut taux d'entrée de l'information, l'analyse de la fréquence des erreurs a montré qu'un espacement des lettres de trois éléments d'image entraînait beaucoup moins d'erreurs que des espacements plus petits d'un ou de deux éléments d'image. Il n'y avait pas de différences significatives dans ces deux derniers cas. Ces résultats suggèrent qu'une vitesse trop élevée de présentation des caractères, ajoutée à de petits espacements, peut entraîner une diminution de la précision de la détection des lettres cibles. La fréquence des erreurs était plus faible lorsque la vitesse de présentation était plus lente et que l'espacement était de trois éléments d'image.

La vitesse de lecture était aussi affectée par la longueur des jambages. Chaque augmentation de cette longueur produisait une augmentation significative de la vitesse de lecture et une diminution tout aussi significative de la fréquence des erreurs. Il semble donc que le rendement ne soit pas directement lié à une plus grande longueur des jambages (de 2 éléments d'image).

Contrairement à ce qui se produisait lors de l'expérience précédente, le fait de varier l'espacement des lignes n'a pas modifié la vitesse de lecture.

On peut conclure des résultats de cette expérience que dans le cas d'un caractère 7 x 9, les jambages doivent se prolonger sous la ligne d'au moins deux éléments d'image, que l'espacement horizontal des lettres doit être de trois éléments d'image et qu'on peut réduire l'espacement des lignes à un élément d'image. En ajoutant cela à notre matrice de base de 7 x 9, on obtient une surface de 10 x 12 éléments d'image pour chaque caractère. Cela permet de présenter 18 lignes de 28 caractères sur la surface visible de l'écran d'affichage.

Les résultats de ces deux études montrent que l'effet de la longueur du jambage sur la lisibilité n'est pas indépendant des dimensions de la matrice de caractère. Cette relation peut être attribuée à la différence dans le rapport de la largeur du trait à la dimension de la matrice (LT/DM). Lorsque ce rapport est faible, l'intérieur des lettres semble plus "vide" que lorsqu'il est élevé. Cette impression de vide à l'intérieur des lettres peut causer une confusion des lettres lorsqu'elles sont très rapprochées les unes des autres. En d'autres termes, plus la surface vide à l'intérieur des lettres est grande, plus il est difficile de distinguer l'espace situé entre les lettres. Cependant, la différence qu'on a notée entre les jeux de caractères relativement au meilleur espacement vertical contredit cette hypothèse. En effet, ce sont les jeux de caractères qui ont le rapport LT/DM le plus élevé qui ont besoin de plus d'espace entre les lignes et non l'inverse. Il est possible que cela soit dû au fait que l'espacement vertical influence l'impression de densité totale des traits des lettres. Une densité trop élevée peut nuire au processus de perception au niveau de la fovéa. Breitmeyer et Valberg (1979) ont montré que la stimulation périphérique pouvait provoquer une inhibition fovéale. On peut réduire la densité élevée qui est associée à un rapport LT/DM élevé en augmentant l'espacement des lignes. Lorsque le

rapport est peu élevé, on peut se passer de cet espace supplémentaire entre les lignes sans que cela n'affecte la lisibilité. On peut vérifier ces hypothèses en répétant la seconde expérience avec un jeu de caractères de mêmes dimensions mais en utilisant cette fois un trait plus large. Selon notre hypothèse, on devrait alors avoir besoin de plus d'espace entre les lignes et de moins d'espace entre les caractères. Ces hypothèses ont été confirmées par d'autres travaux dont nous rendrons compte plus loin. Leurs résultats montrent que l'espacement entre les caractères peut être réduit à un élément d'image et qu'on peut par conséquent présenter des lignes d'au moins 32 caractères.

2.2 EXPÉRIENCES MESURANT LA PRÉFÉRENCE DES TÉLÉSPECTATEURS

Certains aspects de l'affichage ne peuvent pas être adéquatement évalués par les mesures de rendement. Dans ces cas-là, des classements par ordre de préférence relative peuvent souvent donner une indication rapide de la façon dont on devrait construire l'affichage. La préférence d'un individu à l'égard d'un type d'affichage est très fortement conditionnée par son expérience passée et les classements obtenus réfléteront probablement dans une large mesure le fait que le matériel utilisé correspond plus ou moins à celui auquel le sujet a été habitué antérieurement. On a utilisé cette méthode pour étudier la position des accents sur les lettres ainsi que l'espacement des lettres, des mots et des lignes.

2.2.1 Position des Accents

Les jeux de caractères utilisés pour les figures 1 à 4 ont été créés pour montrer l'effet de différentes méthodes de disposition des accents. La matrice de caractère de base de 5 x 7 a été étendue à 5 x 8 pour qu'on dispose d'une ligne supplémentaire pour tracer les lettres avec jambages. Voici les différentes méthodes de disposition des accents:

Méthode 1:

Tous les accents, qu'ils soient sur des majuscules ou sur des minuscules, sont tracés dans les deux lignes supérieures de la matrice de caractère 5 x 8. Lorsque c'était possible, on a réduit la hauteur des majuscules et des minuscules pour laisser un espace de un élément d'image entre l'accent et la lettre. La figure 1 illustre cette méthode.

Méthode 2:

Tous les accents sont tracés dans les deux lignes supérieures de la matrice 5 x 8, la forme et la dimension des lettres avec accents sont identiques à celles des autres lettres. Par conséquent, les majuscules ne peuvent pas avoir d'accents et il n'y a pas ou peu d'espace entre les accents et les lettres minuscules. La figure 2 illustre cette méthode.

Méthode 3:

Tous les accents sont placés entièrement au-dessus de la matrice de caractères 5 x 8 dans un interligne large de trois éléments d'image. Il y a peu ou pas d'espace entre les accents et les majuscules et il y a un espace de deux éléments d'image entre les accents et les minuscules. La figure trois illustre cette méthode.

Méthode 4:

Les accents des majuscules sont placés au-dessus de la matrice de caractères 5 x 8 dans un interligne large de trois éléments d'image, les accents des minuscules sont à l'intérieur de la matrice de caractères et n'utilisent qu'un élément d'image de l'interligne. La figure 4 illustre cette méthode.

La partie (a) des figures 1, 2, 3, et 4 montre les cas les plus courants de lettres avec accents de la langue française. Les parties (b) et (c) de chaque figure montrent la position des accents selon qu'il s'agit de minuscules ou de majuscules. Il n'y a pas de figure 2(c) parce que cette méthode ne permet pas de placer des accents sur les majuscules.

On a montré des photographies correspondant à la partie (b) de chaque figure à 20 francophones. On demandait à chaque personne de procéder à un classement par ordre de préférence des différentes méthodes de position des accents qui étaient utilisées sur les quatre photographies. Une analyse statistique des classements a démontré qu'il y avait des différences significatives. De plus, des comparaisons par paires ont montré que chacune des 6 comparaisons possibles était différente de façon significative à 95 %. On a classé les quatre méthodes par ordre décroissant de préférence comme suit: figure 4, figure 3, figure 1 et figure 2.

Le peu de faveur de la méthode 1 indique qu'on ne devrait pas réduire les lettres, minuscules ou majuscules, pour faire de la place pour les accents. Il est préférable, comme l'indiquent les méthodes 3 et 4, de placer les accents dans l'espace situé entre les lignes. La solution 4 était la plus acceptable: les accents des minuscules y sont plus bas que ceux des majuscules. Par conséquent, si on veut tracer les accents en utilisant une matrice de caractères de cette dimension, l'espacement des lignes doit être d'au moins deux éléments d'image si on veut placer des accents seulement sur les minuscules et d'au moins trois éléments d'image si on veut aussi en mettre aux majuscules.

2.2.2 Espacement Proportionnel des Lettres

Lorsqu'on place des matrices de caractères les unes aux côtés des autres pour former un texte, on obtient un espacement inégal des lettres. Cela se produit parce que certains caractères occupent moins de colonnes dans la matrice que d'autres. Par exemple, la lettre "m" peut occuper 5 colonnes dans la matrice tandis que la lettre "i" n'en occupera qu'une. On peut remédier à ce problème en enlevant les colonnes de la matrice qui ne servent pas pour un caractère donné. C'est ce qu'on appelle l'espacement proportionnel des lettres.

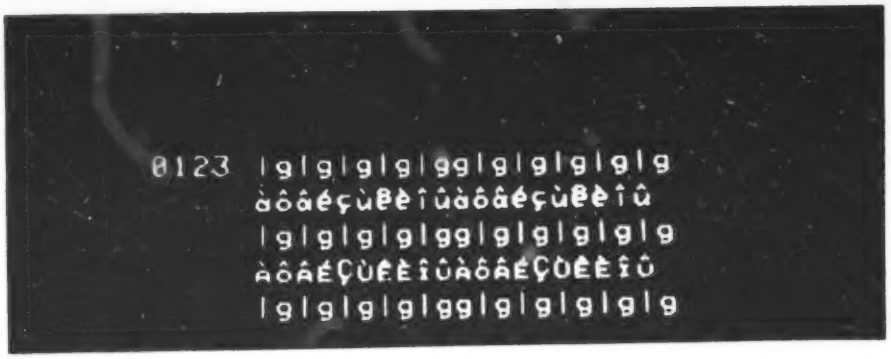


Figure 1(a). Position des accents selon la méthode 1 dans le cas de lettres ascendantes et descendantes

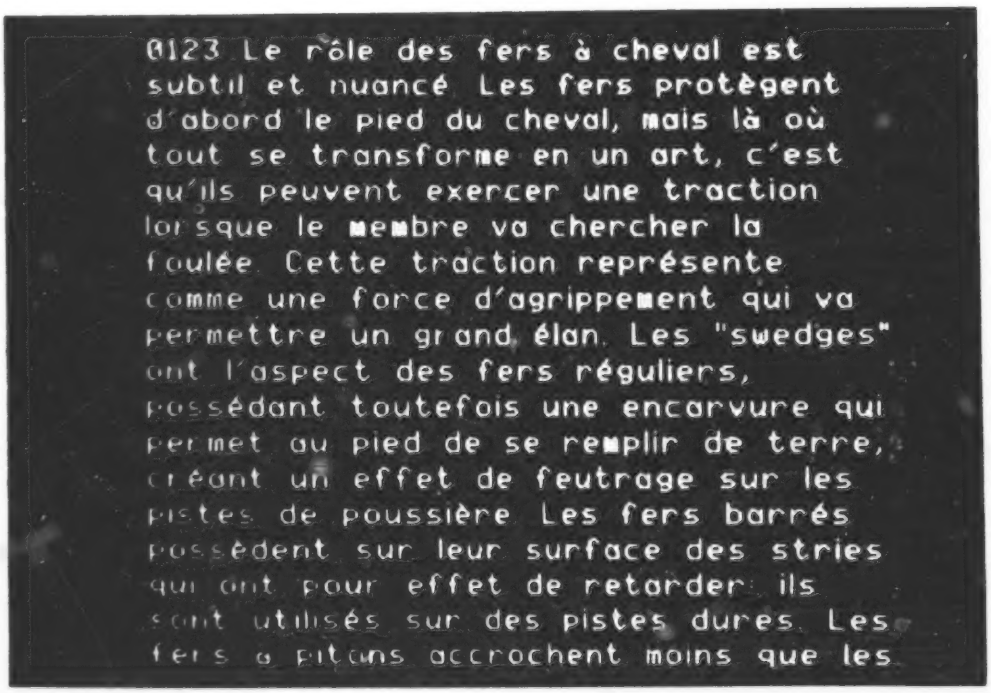


Figure 1(b). Position des accents selon la méthode 1 dans le cas de minuscules

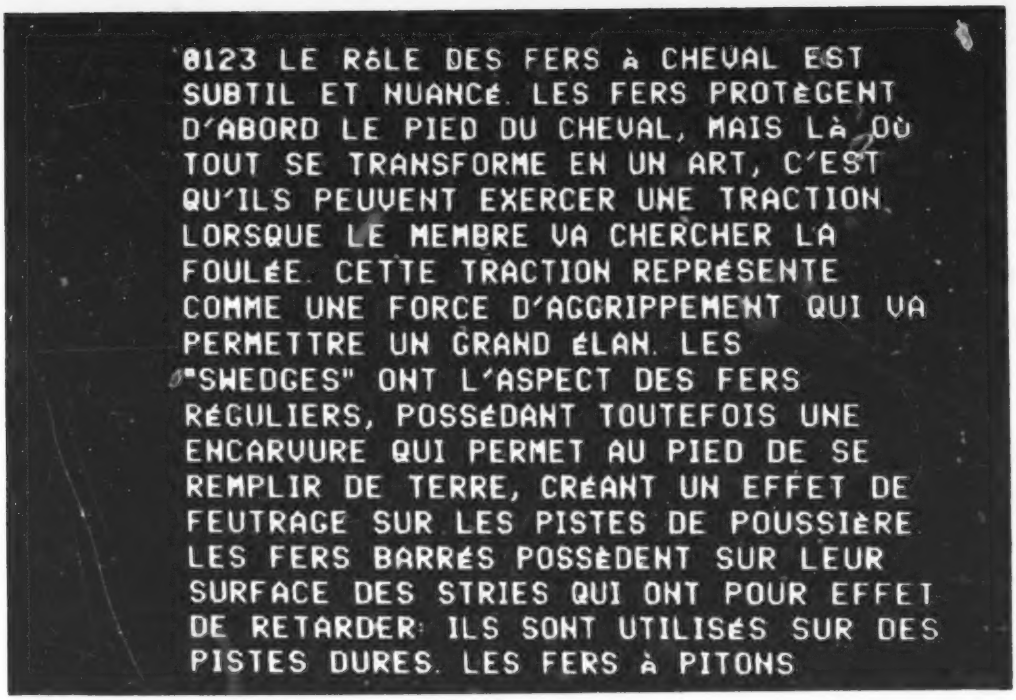


Figure 1(c). Position des accents selon la méthode 1 dans le cas de majuscules

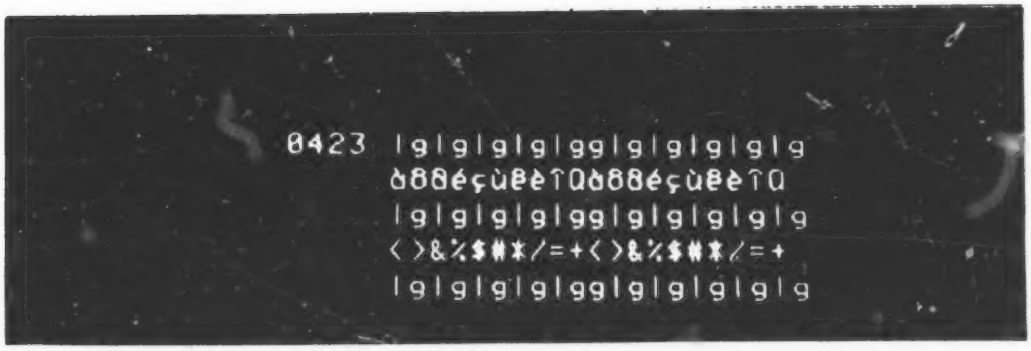


Figure 2(a) Position des accents selon la méthode 2 dans le cas de lettres ascendantes et descendantes

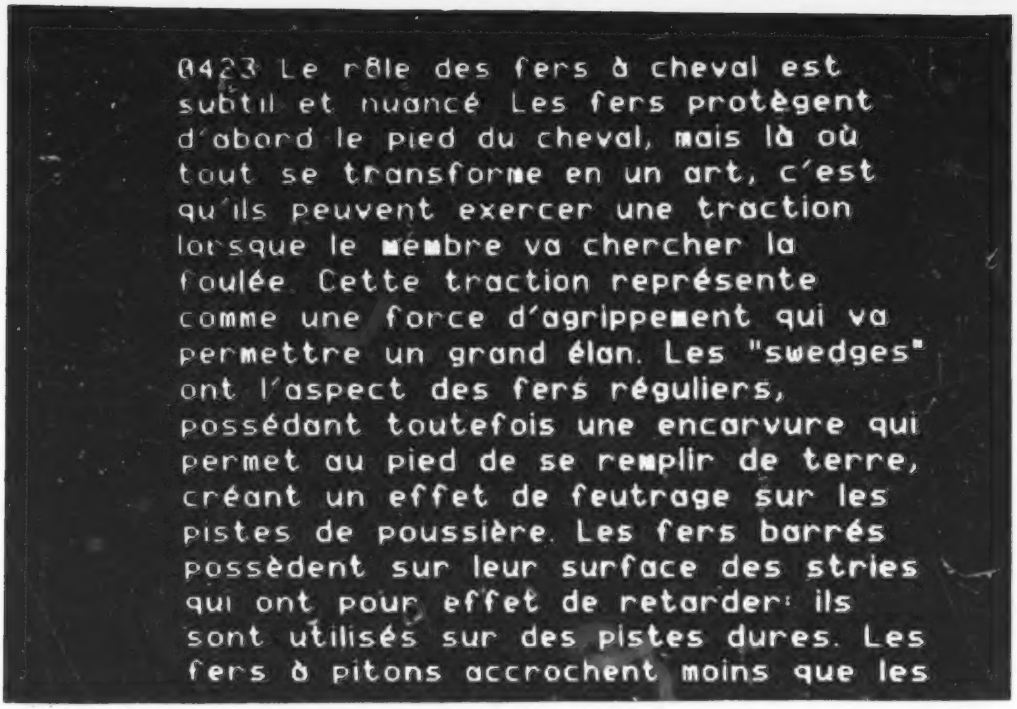


Figure 2(b). Position des accents selon la méthode 2 dans le cas de minuscules

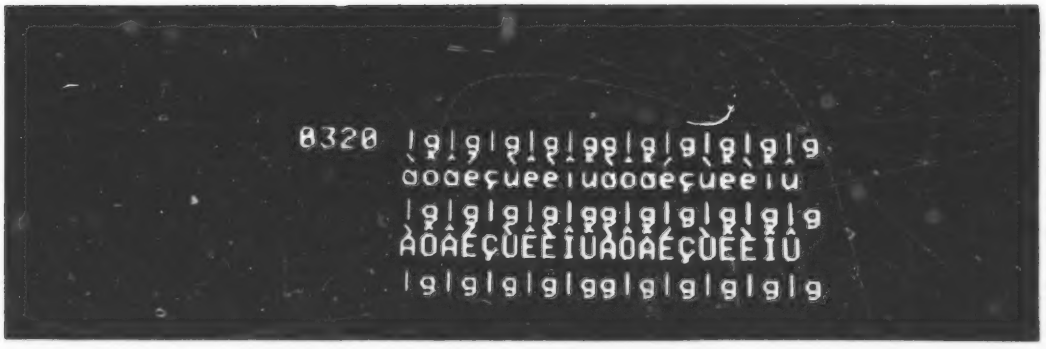


Figure 3(a). Position des accents selon la méthode 3 dans le cas de lettres ascendantes et descendantes

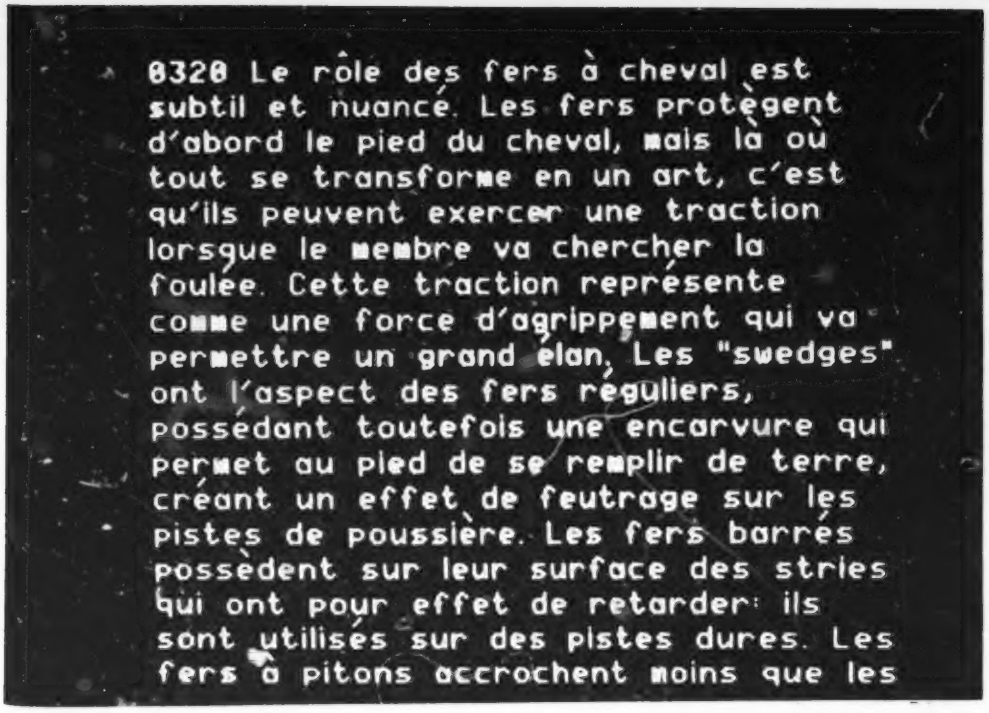


Figure 3(b). Position des accents selon la méthode 3 dans le cas de minuscules

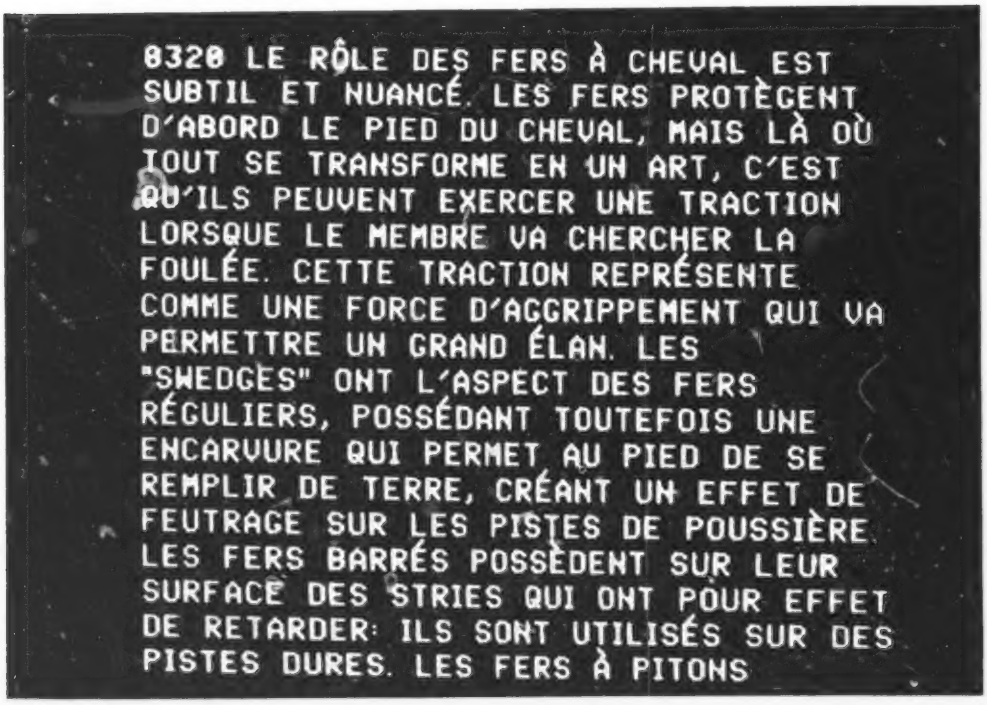


Figure 3(c). Position des accents selon la méthode 3 dans le cas de majuscules

Figure 4(a). Position des accents selon la méthode 4 dans le cas de lettres ascendantes et descendantes

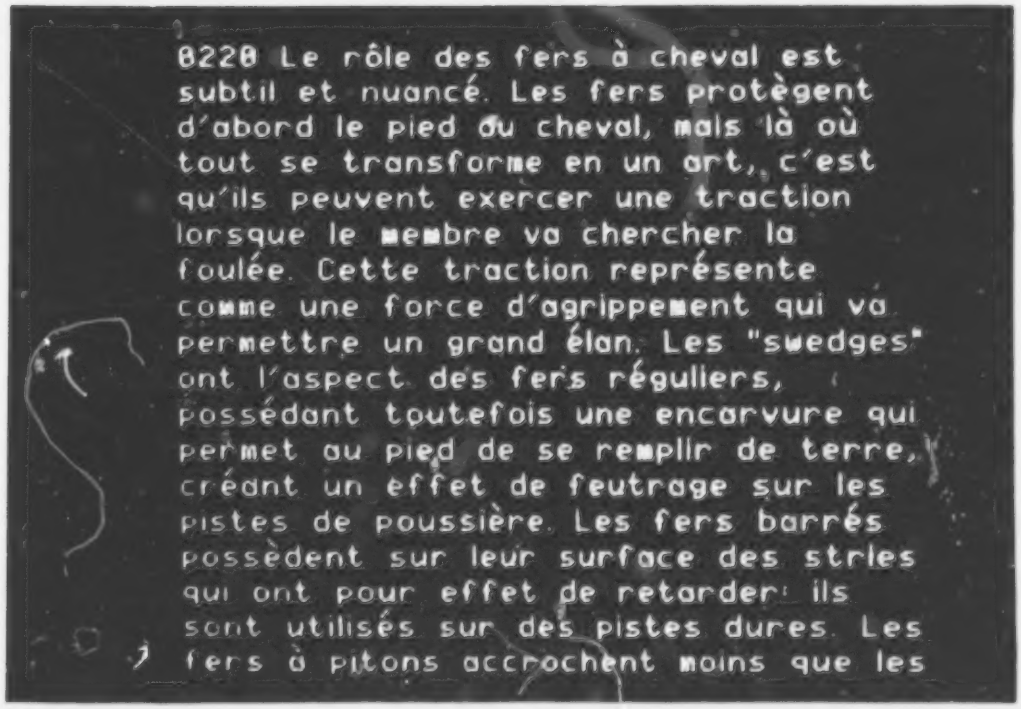


Figure 4(b). Position des accents selon la méthode 4 dans le cas de minuscules

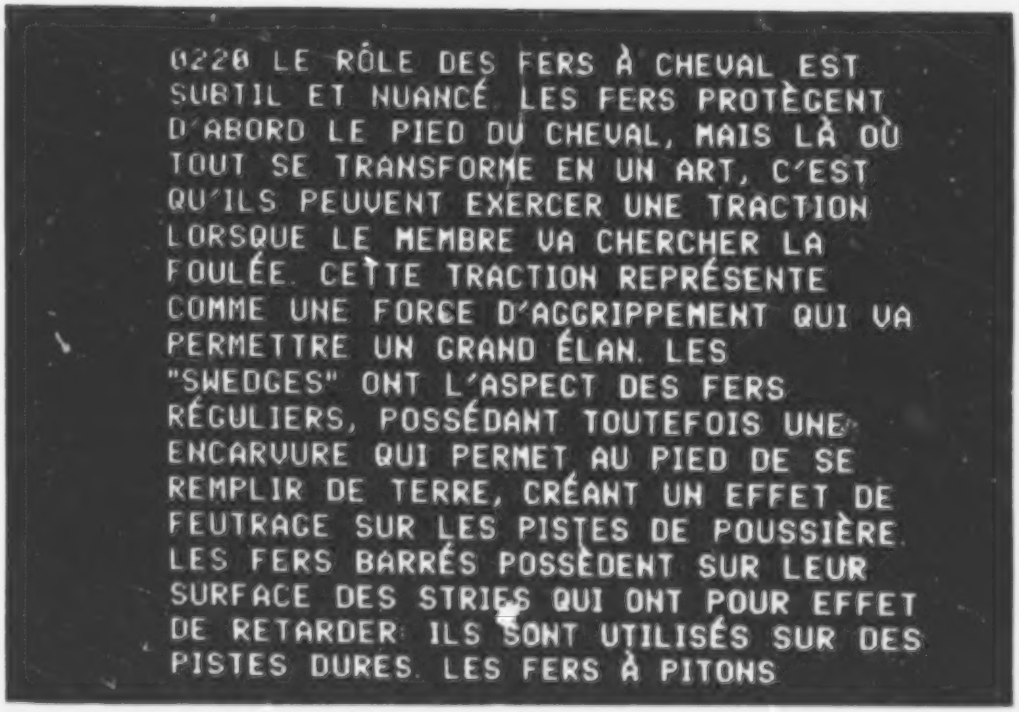
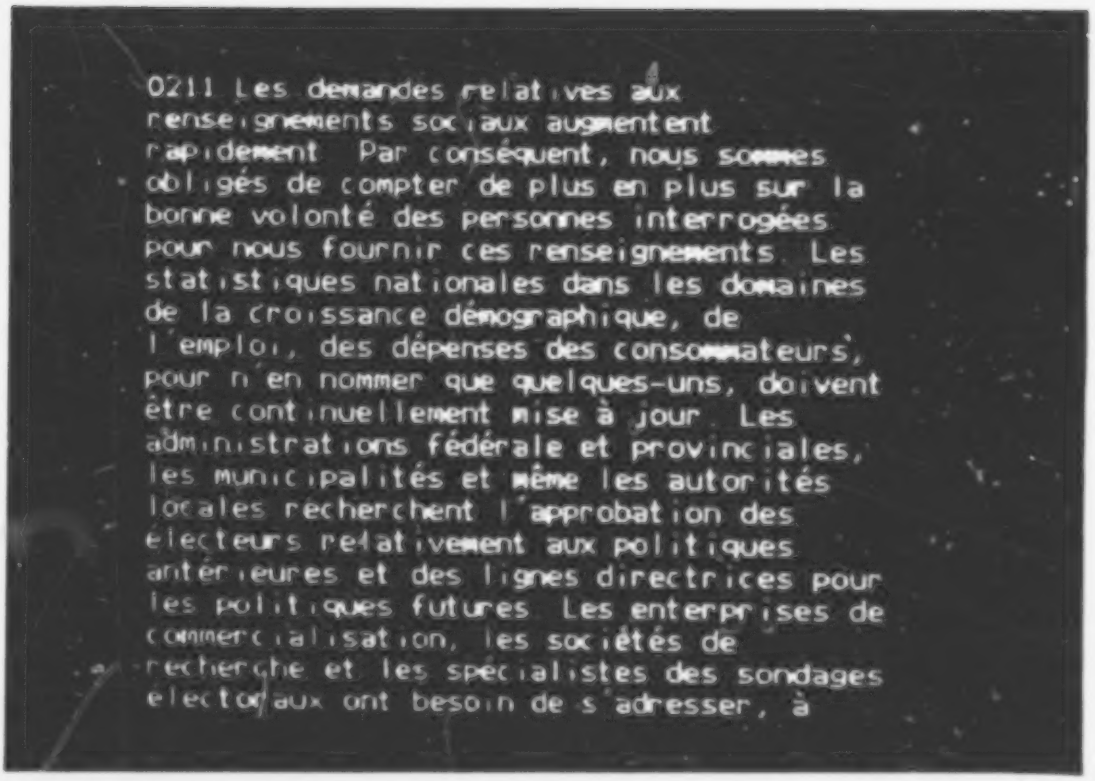


Figure 4(c). Position des accents selon la méthode 4 dans le cas de majuscules

Les typographes utilisent couramment ce procédé pour améliorer la lisibilité des textes. Un texte sans espacement proportionnel est d'ailleurs généralement assez mal vu des typographes et des graphistes (Hewson, 1979; Wrolstad, 1979; Bronsard, 1980). Un tel texte souffre généralement non seulement de cet espacement inégal des lettres mais aussi de coulées verticales de couleur qui ont tendance à nuire au travail de l'oeil durant la lecture (figure 5). Comme on utilise l'espacement proportionnel pour faciliter la lecture dans les médias imprimés, le fait de ne pas l'utiliser pour les nouveaux médias vidéo serait perçu comme un recul par les utilisateurs. La figure 6 montre comment l'apparence du texte de la figure 5 est améliorée lorsqu'on utilise l'espacement proportionnel. On peut donc conclure que cet aspect de l'expérience typographique devrait être adopté pour l'affichage de texte sur vidéotex.

2.2.3 Largeur de l'Espace de Caractère

Lorsqu'on emploie l'espacement proportionnel, l'espacement des mots paraît excessif s'il correspond à la pleine largeur de la matrice ajoutée à l'espace séparant les caractères. On a encore une fois considéré qu'il serait souhaitable de procéder à une mesure des préférences avant de décider des dimensions de cet espace de caractère. On a fait des photographies de textes comportant des espaces différents entre les mots. La dimension de cet espace variait de 4 à 7 éléments d'image pour le jeu de caractères de 5 x 8 et de 4 à 9 pour celui de 7 x 11. L'espacement des lettres à l'intérieur des mots était fixé à deux éléments d'image.



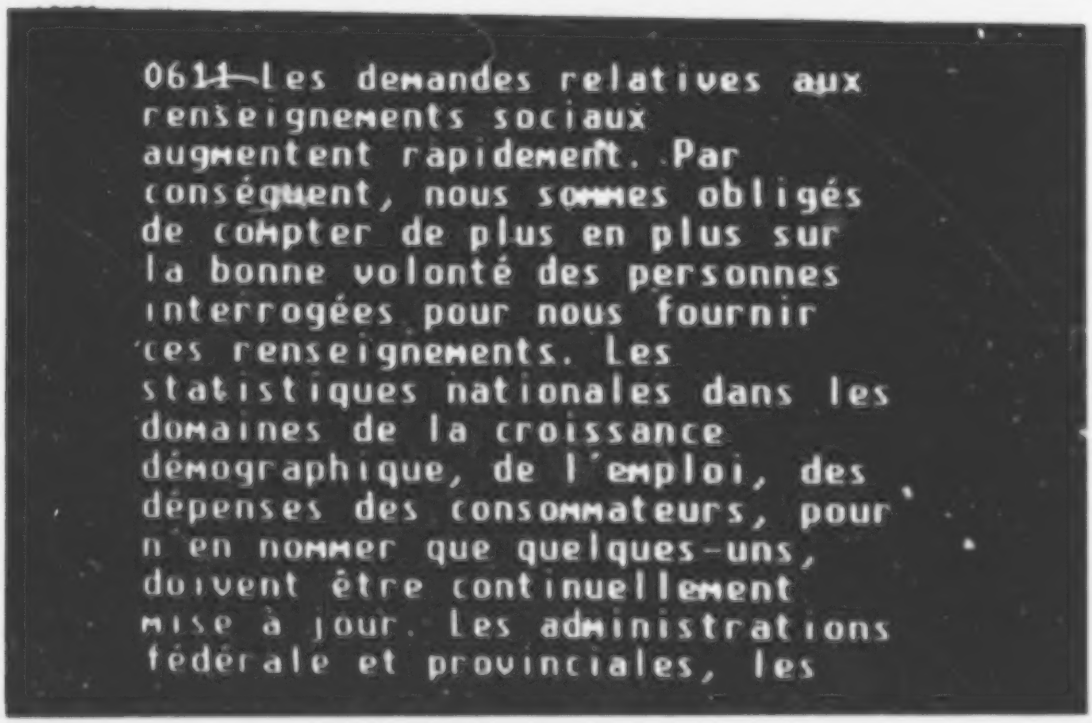


Figure 5. Exemple de texte sans espacement proportionnel des lettres

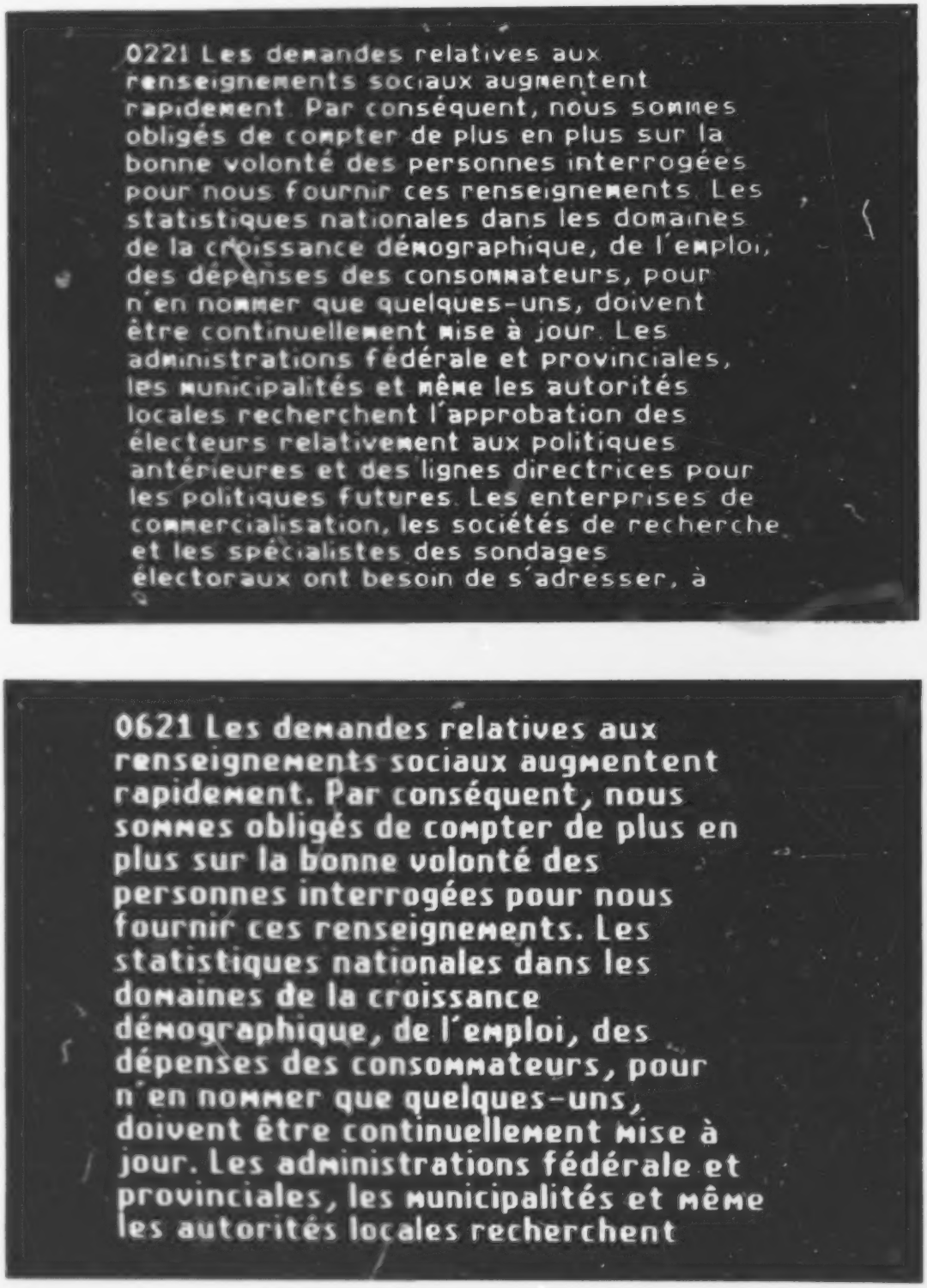


Figure 6. Exemple de texte avec espacement proportionnel des lettres

On a demandé à dix personnes de choisir l'espacement qu'elles préféraient pour chaque jeu de caractères. Le tableau 1 résume leurs réponses.

TABLEAU 1

Espacement préféré entre les mots

	Jeu de caractères	
	5 x 8	7 x 11
moyenne	6.15	6.25
médiane	6	6
moyenne prédominante	6,7	6
étendue	5–7	6–7

Ces données nous incitent fortement à croire que la largeur de l'espacement doit être de 6 éléments d'image pour les deux jeux de caractères. C'est cette largeur qui a été utilisée pour la figure 6.

2.2.4 Espacement des Lettres et des Lignes

Les mesures du rendement effectuées au cours des expériences décrites plus haut ont montré quels étaient les espacements minima verticaux et horizontaux requis pour obtenir la meilleure lisibilité des lettres considérées individuellement. On peut cependant se demander si la lisibilité individuelle des lettres correspond nécessairement à celle du texte qu'elles composent On a déjà prouvé que la vitesse avec laquelle on reconnaît les lettres augmente lorsque celles-ci font partie d'un mot (voir Adams, 1979; Mason, 1978). Ce phénomène, qu'on appelle "effet de supériorité du mot", porte à croire qu'une bonne lisibilité peut être obtenue avec des espaces plus petits que ceux qui sont suggérés par les expériences de lisibilité portant sur des séries de lettres disposées au hasard.

On peut facilement mesurer la lisibilité des lettres si on la définit par rapport à la vitesse ou à la précision avec lesquelles les symboles sont identifiés. Il est cependant plus difficile de trouver une définition opérationnelle de la lisibilité des textes. La lisibilité d'un texte est influencée par la lisibilité des lettres mais aussi par d'autres caractéristiques moins facilement quantifiables comme la syntaxe, le vocabulaire, la disposition de la page et d'autres aspects tout aussi insaisissables du style. Dans le passé, on a utilisé la vitesse de lecteur comme mesure de la lisibilité des textes (Tinker, 1965). Cependant, les expériences mentionées plus haut et pour lesquelles on a utilisé ce test n'étaient pas assez précises pour établir une différence entre un texte écrit en majuscules et un autre écrit en minuscules,

si tant est qu'une telle différence existe. Une autre approche consiste à déterminer la préférence du lecteur. Il y a des preuves que la mesure de la lisibilité d'un texte à l'aide de la vitesse de lecture est influencée par certains aspects subjectifs comme par exemple le plaisir qu'on a à lire un texte donné (Tinker, 1965, page 120). Il semble donc valable d'accepter la préférence du lecteur comme une définition opérationnelle de la lisibilité d'un texte. Si on laisse une certaine liberté de manoeuvre au lecture, on peut considérer que son choix le plus fréquent sera une bonne indication de sa préférence.

Lors de l'expérience que nous allons maintenant décrire, on a montré des pages de textes à des lecteurs en utilisant l'un ou l'autre des deux jeux de caractères employés lors des expériences de recherche. On a aussi créé une autre version du plus grand jeu de caractères afin que tous les traits verticaux aient une largeur de deux éléments d'image plutôt que de un. Cette largeur accrue compensait quelque peu l'effet de la largeur de bande limitée lorsque le texte était visualisé au moyen d'un signal vidéo complexe du CNST (voir Section 2.3). Le texte était présenté en blanc sur un affichage RVB et l'arrière-plan n'était pas illuminé. Les lettres étaient espacées proportionnellement et la largeur de l'espace séparant les mots était supérieure de 4 éléments d'image à celle de l'espace situé entre les lettres composant ces mots.

Dix sujets lisaient un texte anglais et cinq autres un texte français, textes pour lesquels on avait utilisé des jeux de caractères 5 x 8 (CHSET 1). Dix personnes lisaient un texte anglais composé à l'aide d'un jeu de caractères 7 x 11 dont les traits verticaux étaient larges de un élément d'image (CHSET 2). Enfin, cinq sujets lisaient un texte anglais et cinq autres un texte français tous deux composés à l'aide d'un jeu de caractères de 7 x 11 ayant des traits verticaux de 2 éléments d'image de large (CHSET 3). Chaque sujet choisissait la langue du texte ainsi que la distance de lecture. Les distances de lecture choisies variaient de trois à cinq pieds.

Après avoir lu une page, le lecteur appuyait sur la touche "RETURN" du clavier de l'appareil de traitement graphique qui commandait l'affichage et immédiatement un "H" et un "V" apparaissaient dans la marge de gauche du texte. On ajustait les espacements horizontaux et verticaux de la page suivante en pressant les touches du groupe curseur. Les modifications qu'on apportait aux réglages antérieurs étaients indiquées à côté des "H" et des "V" de la marge. Les flèches du curseur pointant vers le haut et vers la droite servaient à augmenter les espacements horizontaux et verticaux tandis que celles qui pointaient dans les directions opposées les diminuaient. Par exemple, si on pressait deux fois la flèche pointée vers la droite, un "2" apparaissait près du "H" et si on pressait celle qui pointait vers le bas on obtenait un "-1" à côté du "V". En appuyant de nouveau sur la touche "RETURN", on dégageait l'écran et on amenait l'affichage de la page suivante dont les espacements étaient ajustés.

On commençait la première page avec des espacements de un ou de cinq éléments d'image aussi bien horizontalement que verticalement. Lorsqu'un sujet lisait deux pages consécutives sans demander à modifier les espacements, on supposait qu'il en était satisfait. Ceux de la page suivante étaient alors automatiquement réglés à cinq ou à un éléments d'image (on alternait ces valeurs de cinq et de un d'une fois à l'autre). Cette méthode permettait

d'obtenir un certain nombre d'espacements préférés pour chaque lecteur. Le nombre d'espacements différents choisis variait considérablement d'un sujet à l'autre. On s'est rendu compte entre autres que certains lecteurs reconnaissaient facilement leurs espacements préférés tandis que d'autres avaient besoin d'essayer plusieurs pages avant d'y arriver.

On a utilisé une moyenne des quatre derniers choix d'espacements préférés pour représenter l'espacement horizontal et vertical préféré de chaque personne. Le tableau 2 montre les préférences obtenues pour chaque jeu de caractères et chaque langue, ainsi que la gamme des préférences à l'intérieur de chaque groupe.

TABLEAU 2

Espacements préférés, en éléments d'image, pour chaque jeu de caractères et pour chaque langue

		HORIZONTAUX		VERTICAUX	
	N	MOYENNE	ÉTENDUE	MOYENNE	ÉTENDUE
CHSET 1					
Français	5	3.8	1.5–4.5	4.8	2.8–6.5
Anglais	10	3.3	1.8–5.0	4.3	2.3–9.5
TOTAL	15	3.5	1.5–5.0	4.5	2.3–9.5
CHSET 2					
Anglais	10	3.5	1.8–5.0	4.5	1.8–7.0
CHSET 3					
Français	5	2.7	1.8–5.0	4.4	3.3–6.3
Anglais	5	2.7	1.8–5.0	5.8	4.3–8.5
TOTAL	10	2.7	1.8–5.0	5.1	3.3–8.5

On a comparé les résultats des CHSET 1 et 2 pour les groupes anglais en procédant à une analyse des espacements préférés horizontaux et verticaux. Les résultats de cette analyse n'ont pas montré de différence significative selon les jeux de caractères utilisés. On a procédé à une analyse semblable pour les CHSET 2 et 3 en utilisant les résultats de dix sujets de chaque groupe; là non plus, on n'a pas découvert de différence selon le jeu de caractères utilisé. On ne peut donc pas conclure de cette expérience que l'espacement préféré entre les caractères est déterminé par les dimensions de la matrice de caractères ou par la largeur du trait vertical. Cependant, l'éventail des résultats indiqués au tableau 1 montre clairement qu'il y a d'importantes différences selon les individus à l'intérieur d'une même catégorie. Il est fort possible que ce phénomène ait masqué des différences qu'on aurait pu observer si l'expérience avait été plus précise. Si on devait procéder à d'autres expériences à ce sujet, il faudrait peut-être utiliser une méthodologie permettant de mesurer l'effet d'importantes variables indépendantes. Il semble enfin y avoir de la cohérence dans le choix des espacements par une personne pour une même catégorie de textes.

Il est intéressant de comparer les résultats de cette expérience avec ceux qui ont été obtenus au cours des expériences de lisibilité décrites à

la section 2.1.1. Les moyennes des espacement horizontaux et verticaux préférés pour le CHSET 1 (3.5 et 4.5 éléments d'image) sont légèrement supérieures aux espacements minima de deux et de trois éléments d'image recommandés à partir des résultats de l'expérience de lisibilité. La moyenne des espacements verticaux préférés pour le CHSET 2 était de 4.5 éléments d'image tandis qu'on n'avait noté aucun changement au niveau de la lisibilité lorsqu'on modifiait l'espacement de 1 à 3 éléments d'image dans l'expérience de lisibilité. La moyenne des espacements horizontaux préférés de 3.5 éléments d'image obtenus pour le CHSET 2 est le seul résultat qui corresponde à ceux de l'expérience de lisibilité qui recommandait un espacement horizontal minimum de trois éléments d'image. Il faut cependant reconnaître que ces résultats de l'expérience de lisibilité se trouvaient à l'intérieur de l'éventail des espacements préférés pour l'expérience dont nous venons de rendre compte. En ce sens, on peut dire qu'il y a une certaine cohérence entre les deux types d'expériences.

Les recommandations qui ont été faites relativement aux espacements verticaux et horizontaux à partir des expériences de lisibilité étaient basés à la fois sur la précision et sur la vitesse de lecture des caractères pour des espacements différents. Par contre, il semble que les espacements préférés déterminés lors de la seconde expérience n'aient pas été établis uniquement à partir de ces considérations. Plutôt que d'être plus petits, comme l'aurait laissé prévoir l'effet de supériorité du mot, les espacements préférés y étaient généralement plus grands. Les expérimentateurs ont peut-être posé des limites plus basses à l'espacement des caractères et il aurait peut être fallu utiliser des espacements plus grands pour améliorer la qualité de l'affichage.

Il faudrait d'autres études pour découvrir les causes de la grande variété des résultats individuels qu'on a obtenus des sujets participant à cette expérience. On devrait notamment imposer une distance de lecture et mesurer l'acuité visuelle. On pourrait aussi modifier l'espacement des mots indépendamment de celui des lettres. On ne sait pas très bien pourquoi certaines personnes choisissaient un espacement des lettres semblable à la largeur des caractères. En fait, Mewhort (1966) a montré que de tels espacements nuisent à la mémorisation de séries de lettres semblables à des mots et a supposé que ce phénomène était causé par la réduction de la possibilité d'utiliser les redondances présentes dans ce genre de séries de lettres. Le même phénomène devrait se produire pour la lecture normale.

2.3 VIDÉO RVB ET VIDÉO COMPLEXE DU CNST

À l'origine, la télévision n'a pas été conçue pour présenter des textes et il y a plusieurs raisons techniques permettant de croire que l'affichage de texte en noir et blanc ou en couleurs pourrait ne pas être de qualité adéquate. Un des problèmes qui se posent est celui de la largeur de bande qui est limitée à 4.2 MHz. Cela limite la vitesse de changement du signal de luminance ce qui entraîne que le trait vertical d'un caractère doit dépasser une certaine largeur minimale pour atteindre sa pleine intensité. Ainsi, si cette largeur est supérieure à un élément d'image, la luminance d'une ligne verticale large de un élément d'image devra être inférieure à celle d'une ligne large de deux éléments d'image ou plus. Cela produira aussi une illumination inégale des éléments horizontaux et verticaux des lettres composées de traits larges de un

élément d'image. On doit de plus prévoir des espaces d'un élément d'image entre les traits verticaux pour éviter qu'on ne les distingue. Ces effets peuvent être observés à la figure 7. On y présente, en noir et blanc sur un écran de téléviseur couleur Electrohome, 20 lignes de 40 caractères chacune. On a utilisé une entrée vidéo à bande de base ce qui a permis d'éviter toute détérioration additionnelle qu'aurait pu causer une modulation ou une démodulation du porteur vidéo.

Figure 7. Marbrures et luminosité non-uniforme des lettres provoqués par une entrée vidéo composite

Un autre problème se pose lorsque le texte et l'arrière-plan sont en couleurs. La couleur de l'image est codée dans un signal vidéo complexe par des variations de phase et d'amplitude d'une sous-porteuse de couleur de 3.58 MHz relativement à un signal de synchronisation de couleurs qui apparaît au début de chaque ligne de balayage horizontal. La fréquence de la sous-porteuse de couleur fait que le temps nécessaire au balayage d'un élément d'image est équivalent à environ les trois quarts de la période du signal couleur. Cela est trop court pour permettre la détection et le déphasage de la sous-porteuse de couleur correspondant à un changement de couleur. Par conséquent, une ligne verticale de un élément d'image ne permet de montrer que peu de couleur et entraîne une luminosité réduite.

La fréquence de la sous-porteuse de couleur a pour conséquence de faire varier la phase de 180 degrés par rapport à celle du même point sur les

deux lignes adjacentes et ce, à n'importe quel point d'une ligne de balayage horizontale. Cette différence de phase des lignes adjacentes ajoutée au fait que le récepteur interprète d'abord un changement de couleur comme une modification de luminance fait que la luminance du contour vertical séparant les différentes couleurs passe alternativement du noir au blanc d'une ligne de balayage à l'autre (effet de bord coloré). De plus, la présence d'un nombre impair de lignes par image fait que les zones noires et blanches alternées semblent se déplacer lentement vers le haut, ce qu'on appelle filage chromatique ou filage de points. Ce problème est lié à l'ampleur du déphasage correspondant au changement de couleur. Ainsi, certains agencements de couleurs produisent plus de filage chromatique que d'autres.

Le filage chromatique n'a pas un effet aussi marqué sur un texte noir et blanc présenté sur fond de couleur ou sur un texte de couleur présenté sur fond noir et blanc parce que la télévision traite les signaux de luminosité très élevée ou très faible différemment des signaux de luminosité intermédiaire. C'est-à-dire qu'on n'utilise pas toute l'information couleur des signaux de luminosité inférieurs à 10 % ou supérieurs à 90 % du maximum possible et que ceux-ci produisent plutôt automatiquement un noir et blanc intense sur l'écran d'affichage.

Comme c'était prévu, la dégradation décrite à la figure 7 et qui est causée par une largeur de bande limitée est aggravée par l'addition d'information relative à la couleur. La figure 8 montre la dégradation supplémentaire produite par l'effet de bord coloré et le mauvais rendu de la couleur. Une photographie ne peut évidemment pas montrer la détérioration due au filage chromatique. On peut donc conclure en disant que ce jeu de caractères ne peut pas être utilisé avec un signal vidéo complexe du CNST.

La contrainte que pose la largeur de bande limitée du signal de luminance peut être tolérée si le jeu de caractères est conçu de façon à compenser son effet. Plus précisément, il s'agit de donner une largeur d'au moins deux éléments d'image à chacun des éléments des caractères y compris aux espaces qui se trouvent à l'intérieur de ces caractères. On ne peut pas obtenir cela avec une matrice de caractères large seulement de 5 éléments d'image mais c'est possible si on utilise une matrice d'une largeur de 7 éléments d'image. La figure 9 montre ce qui se passe lorsqu'on applique ce principe à un jeu de caractères dessiné à partir d'une matrice plus grande. On obtient beaucoup moins de variations de luminance entre les caractères. Le doublement des éléments améliore aussi quelque peu la présentation de textes en couleur mais l'affichage y demeure instable à cause du filage chromatique. La figure 10 montre des caractères dont les éléments n'ont pas été doublés et la figure 11 l'amélioration que le doublement des éléments apporte relativement au rendu de la couleur.

Il semble donc qu'on peut présenter un texte en noir et blanc avec un signal vidéo complexe si on utilise un jeu de caractères adéquat. Il est préférable d'éviter les agencements de couleurs mais si on veut quand même s'en servir mieux vaut les choisir avec soin de manière à éviter le filage. Il faut aussi maximiser la luminance et le contraste des couleurs d'autant plus que celui-ci est affecté lorsque la couleur du fond "coule" sur celle du texte.

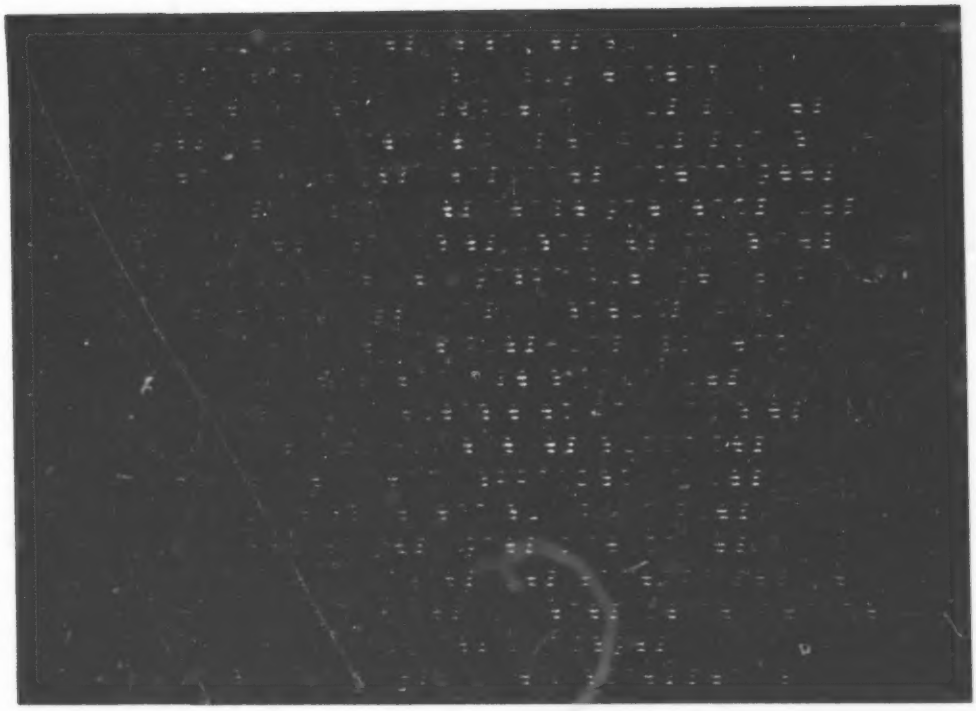


Figure 8. Effet de traînage horizontal et mauvais rendu de la couleur lorsqu'on utilise un signal vidéo complexe

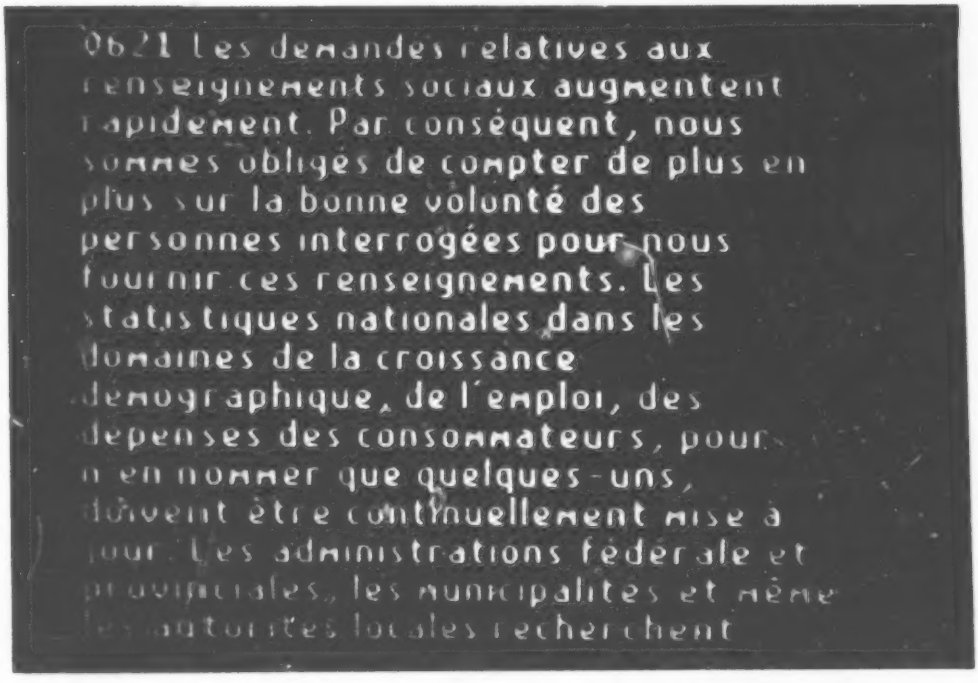


Figure 9. Aspect d'un texte transmis par signal vidéo complexe lorsque les traits sont larges d'au moins 2 éléments d'image

Figure 10. Luminance et couleur inégales lorsqu'on emploie un signal vidéo complexe

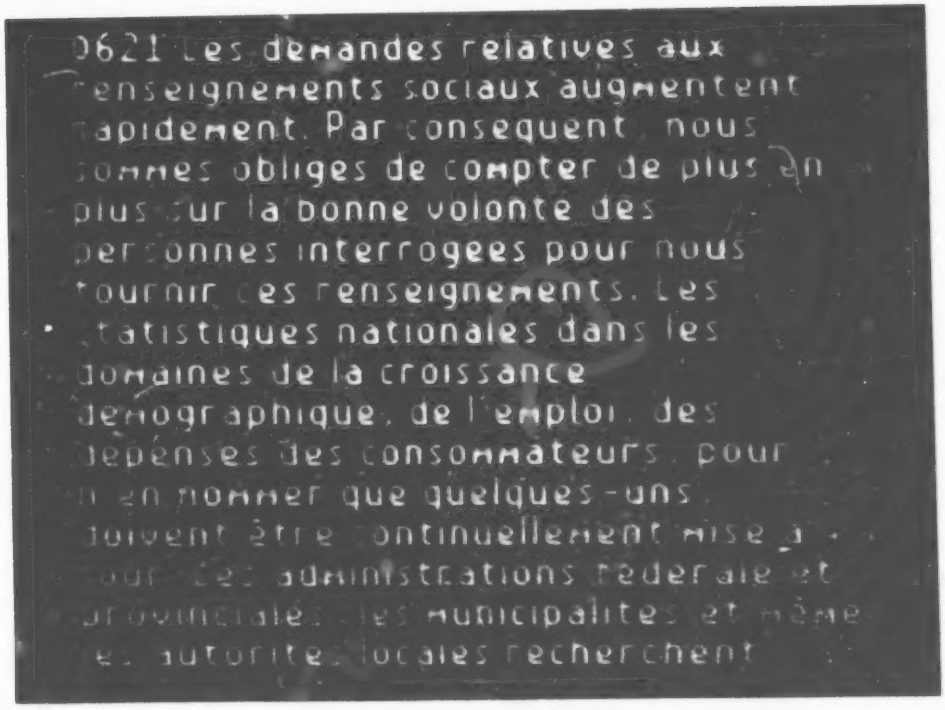


Figure 11. Amélioration de la présentation du texte de la figure 10 par un doublement de la largeur des éléments verticaux composant les lettres

On peut éviter ces problèmes reliés à l'affichage de texte par signaux vidéo complexes en utilisant un signal vidéo RVB. Le signal RVB apporte une information couleur distincte à chacun des canons électroniques du moniteur (rouge, vert et bleu). De plus, il n'est pas nécessaire de le limiter à 4.2 MHz. Une largeur de bande supérieure permet une stimulation égale des éléments de caractères d'une largeur de un élément d'image ou plus. De plus, lors de la transmission au récepteur, les signaux des trois couleurs ne sont pas combinés. Le décodage de l'information couleur ne présente donc pas de difficultés particulières. On obtient toujours la couleur désirée et il n'y a pas de filage chromatique ou d'effet de bord coloré. La figure 12 montre une représentation en RVB du contenu de la figure 7. Les figures 13 et 14 montrent des versions en RVB des textes des figures 8 et 11. On remarquera l'amélioration relative de l'image RVB par rapport à celle qui avait été obtenue avec les signaux vidéo complexes.

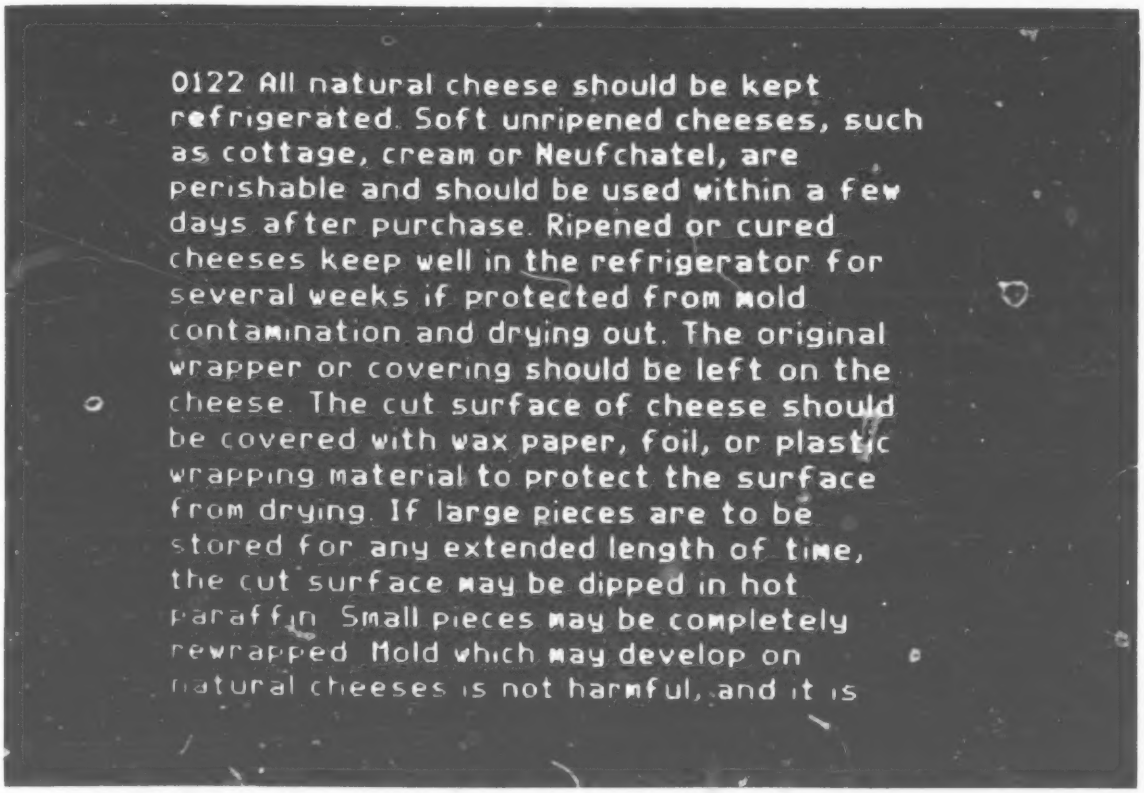


Figure 12. Texte de la figure 7 lorsqu'on utilise un signal vidéo RVB

Figure 13. Amélioration de l'affichage du texte de la figure 8 lorsqu'on utilise un signal vidéo RVB

Figure 14. Amélioration de l'affichage du texte de la figure 11 lorsqu'on utilise un signal vidéo RVB

Bien que l'exposé qui précède ait traité uniquement de la présentation d'information alphanumérique, les mêmes observations et les mêmes conclusions peuvent s'appliquer à l'affichage d'autres représentations graphiques. Les figures 15 et 16 montrent les différentes apparences d'un graphique selon qu'on utilise des signaux RVB ou des signaux vidéo complexes. Cette fois encore, l'image couleur RVB s'avère être d'une qualité supérieure à celle qui est obtenue à l'aide de signaux vidéo complexes.

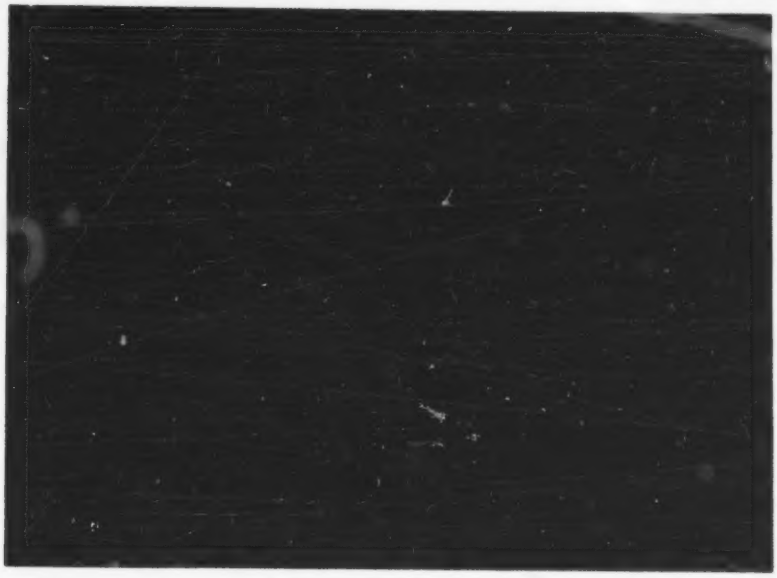


Figure 15. Apparence d'un graphique produit à l'aide d'un signal vidéo RVB

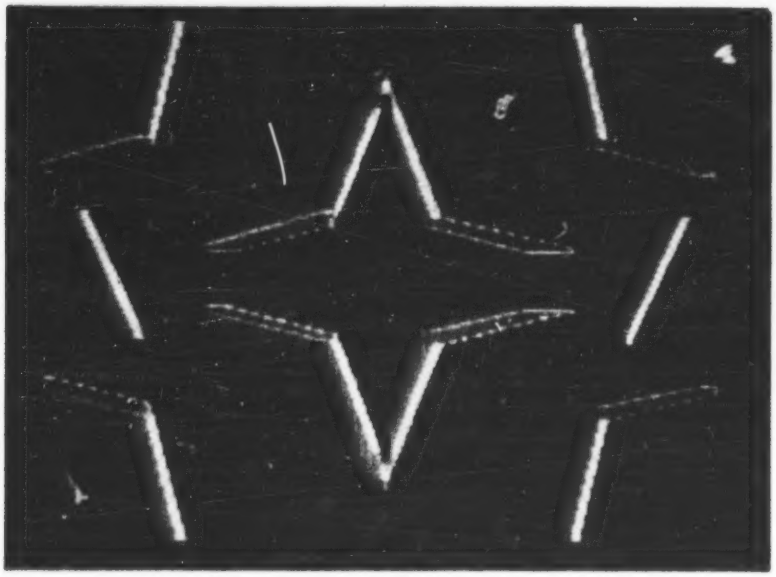


Figure 16. Détérioration de l'affichage du graphique de la figure 15 lorsqu'on utilise un signal vidéo complexe

3. MODÈLES DE JEUX DE CARACTÈRES

Les typographes et les graphistes à qui on a montré des diapositives d'images de Télidon ont sévèrement critique la lisibilité des textes qui avaient été composés avec les jeux de caractères couramment utilisés alors et dont on peut voir des exemples aux figures 17 et 18 (Baudin, 1979; Wrolstad, 1979). Au moins un représentant des fournisseurs d'information a aussi manifesté son mécontentement (Lane, 1980).

Pour répondre à ces critiques, on a fait appel aux services d'un typographe professionnel (H.P. Bronsard) qu'on a chargé de concevoir deux jeux de caractères pour des matrices de dimensions 5 x 8 et 7 x 11. Ces jeux ont été améliorés avec l'aide d'un téléviseur Electrohome modèle C40-852. Les figures 19 et 20 montrent ces nouveaux jeux de caractères. Ces mêmes jeux ont été utilisés pour les textes des figures 12 et 13. On peut juger de l'amélioration en les comparant aux textes des figures 17 et 18 pour lesquels on avait utilisé les jeux de caractères originaux. Des spécialistes oeuvrant dans le domaine de l'édition ont réagi favorablement à ces nouveaux jeux que les fabricants peuvent d'ailleurs maintenant intégrer à leurs terminaux.

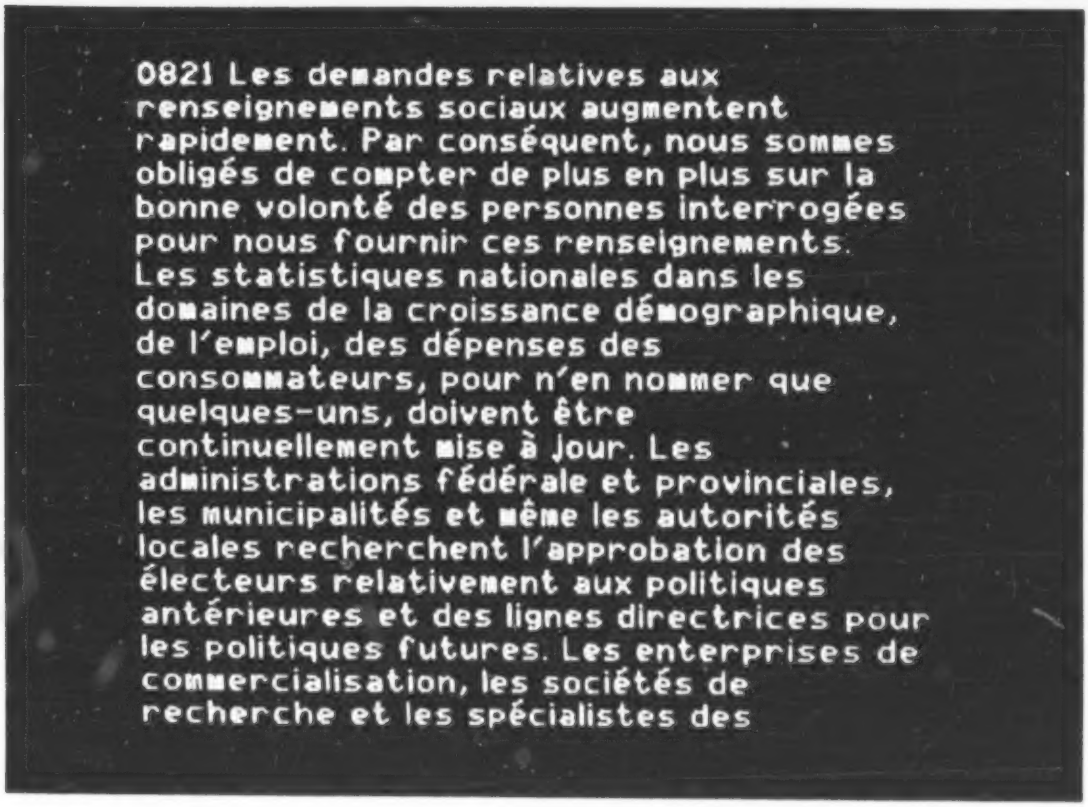


Figure 17. Exemple d'un texte dont la lisibilité est diminuée par l'utilisation d'un mauvais dessin du jeu de caractères

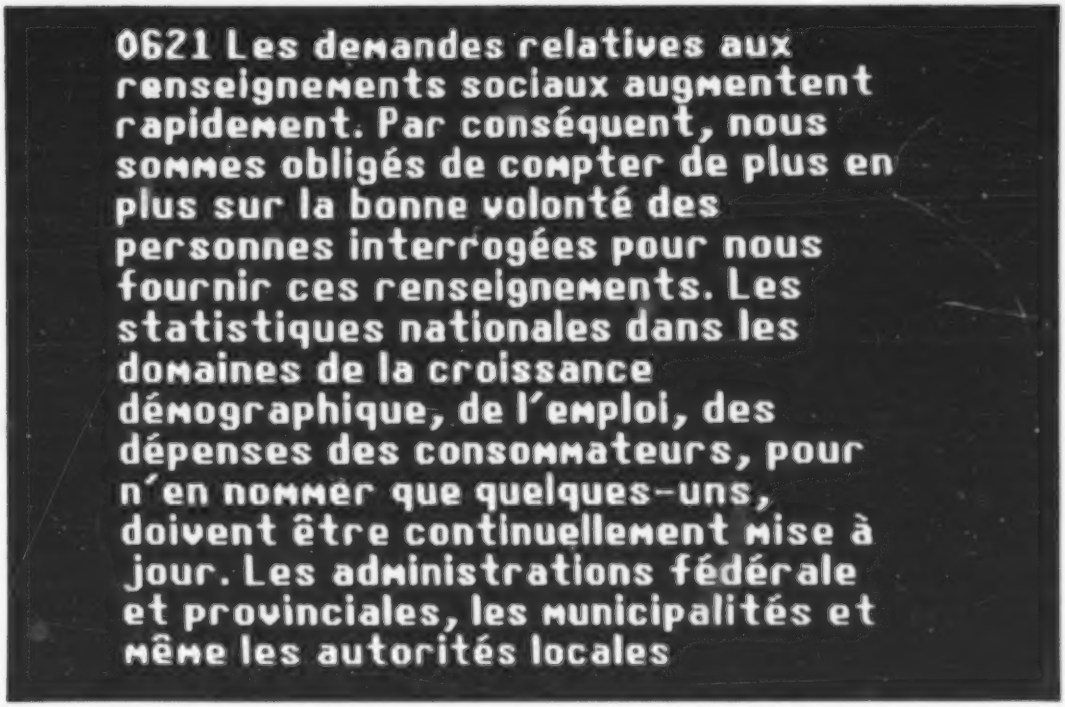


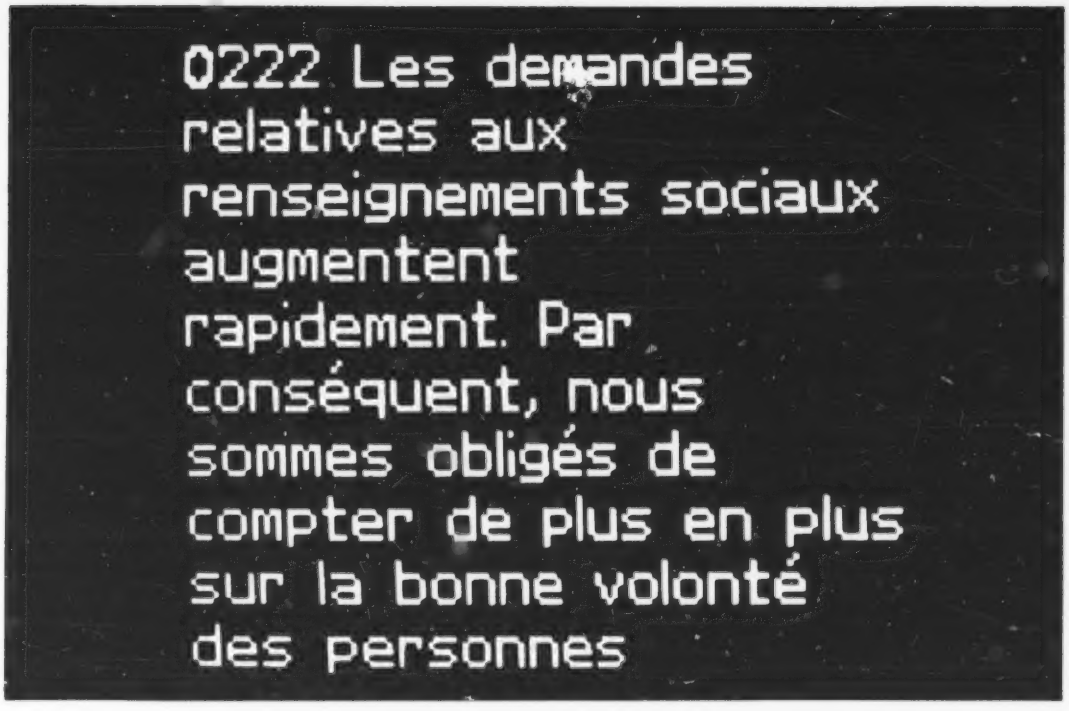
Figure 18. Exemple d'un texte dont la lisibilité est réduite à cause d'un mauvais dessin du jeu de caractères

Figure 19. Jeu de caractères 3 des spécifications Télidon (Style de caractère Bronsard 3)

Figure 20. Jeu de caractère 2 des spécifications Télidon (Style de caractère Bronsard 2)

Afin d'offrir une gamme plus étendue de jeux de caractères, les spécifications Télidon (Bown et al., 1979) prévoient des jeux de caractères de dimensions doubles de ceux qui ont été montrés jusqu'ici, de même que des jeux de caractères plus petits pour les terminaux à définition élevée. On peut obtenir de plus grands jeux (jeux 0 et 1) en doublant les dimensions des éléments des jeux plus petits (2 et 3). Cependant, les caractères qu'on obtient alors présentent l'inconvénient d'amplifier les irrégularités du dessin des modèles originaux. Il est donc préférable de dessiner les jeux 0 et 1 en utilisant une matrice plus grande afin de disposer de plus d'éléments d'image. On a confié cette tâche à un graphiste (M. Cartier) travaillant en consultation avec H.P. Bronsard. Celui-ci ayant déjà conçu les jeux 2 et 3, sa participation au projet visait à éviter des différences de styles entre les deux séries de jeux de caractères. La figure 21 montre un texte composé à l'aide des jeux de caractères 0 et 1 qui ont été produits en doublant les dimensions des jeux 2 et 3. Quant à la figure 22, elle montre un texte composé avec les jeux 0 et 1 conçus par les graphistes à partir d'une plus grande matrice. Bien que la qualité des jeux obtenue grâce à la seconde méthode soit nettement supérieure, on ne peut pas les utiliser immédiatement car on ne dispose pas des mémoires nécessaires dans les terminaux. Ils pourront être utiles lorsqu'on pourra les transmettre sur demande des terminaux ou lors que le coût des mémoires aura été suffisamment réduit.

Par convention, on a baptisé ces jeux de caractères du nom de leurs créateurs. Ainsi, les fontes des grands caractères sont appelées Bronsard-Cartier 0 et 1 tandis que celles des petits caractères ont été nommées Bronsard 2 et 3. Les figures 23 à 26 montrent le détail du dessin de chacun de ces jeux de caractères.



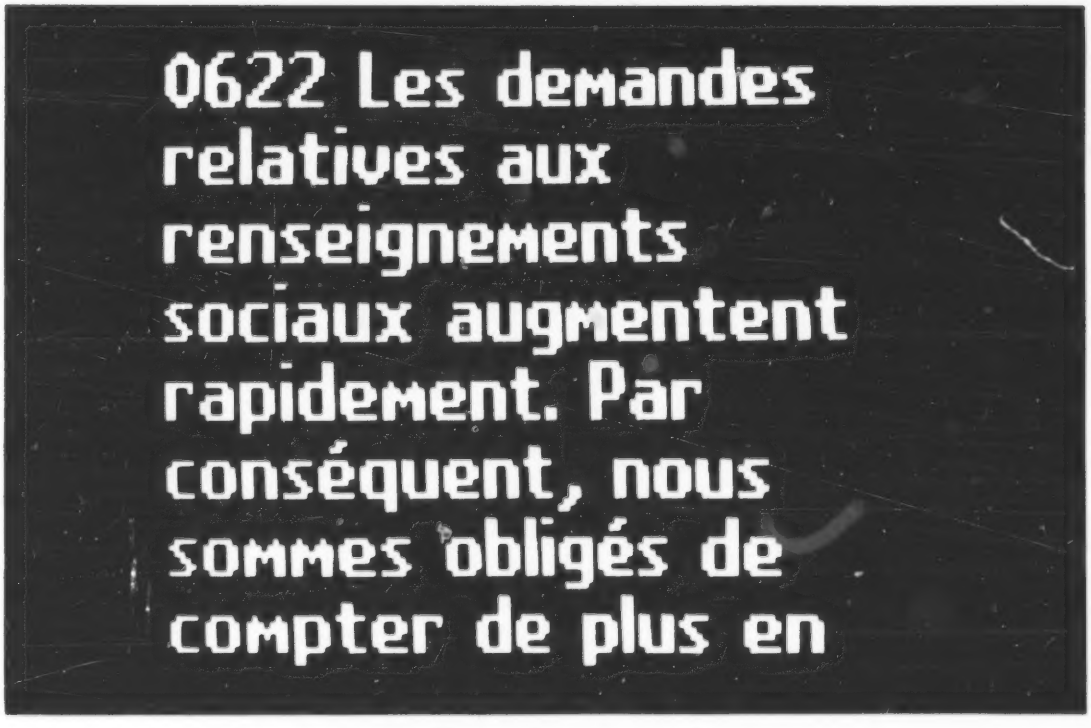


Figure 21. Grands caractères obtenus en doublant les dimensions des petits caractères

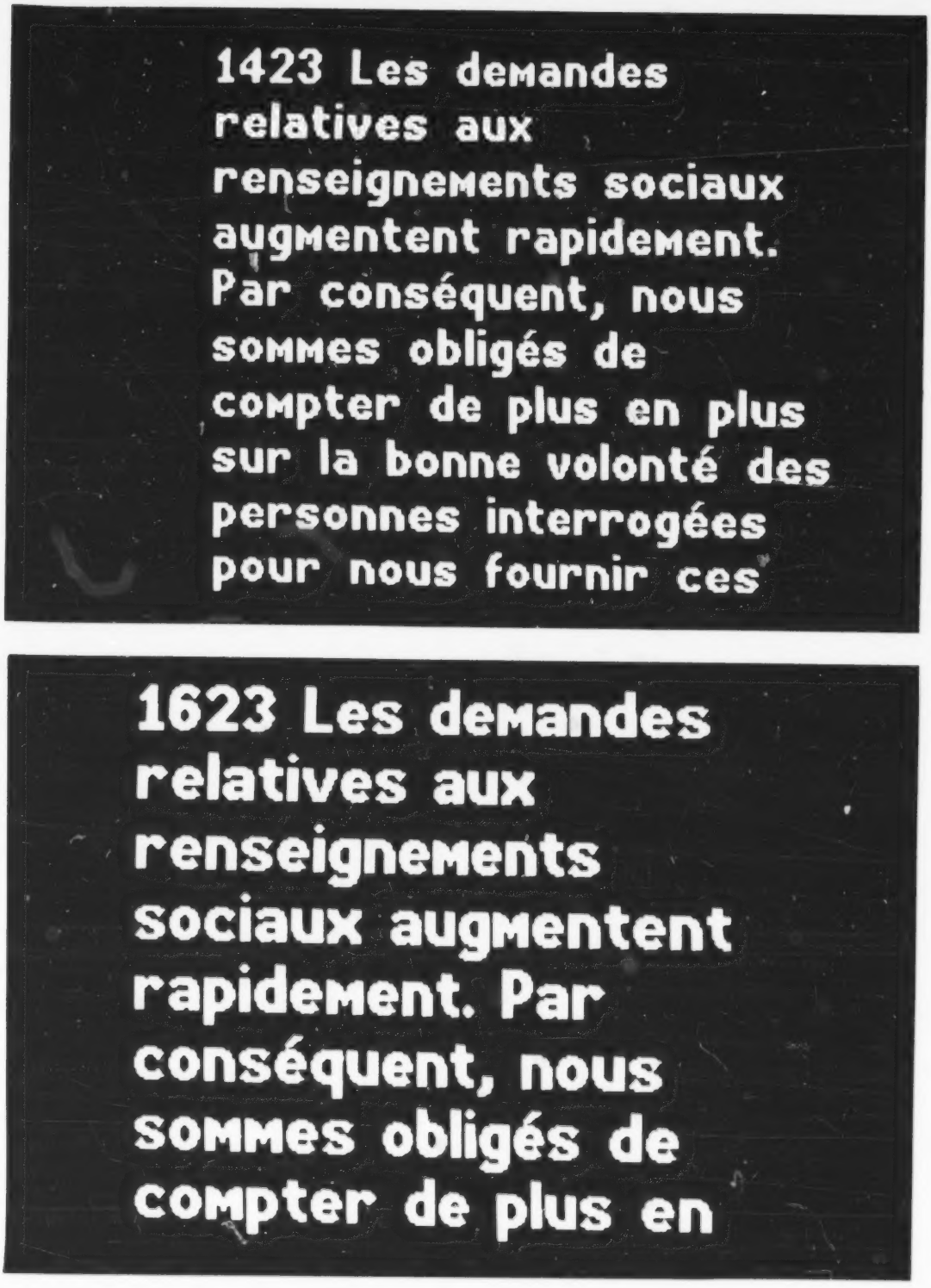


Figure 22. Texte de la figure 21 composé à l'aide du jeu de caractères conçus sur de plus grandes matrices par H.P. Bronsard et M. Cartier

Figure 23. Détail du dessin du style de caractère Bronsard 3

Figure 24. Détail du dessin du style de caractère Bronsard 2

Figure 25. Détail du dessin du style de caractère Bronsard-Cartier 1 (page 1 de 2)

Figure 25. Détail du dessin du style de caractère Bronsard-Cartier 1 (page 2 de 2)

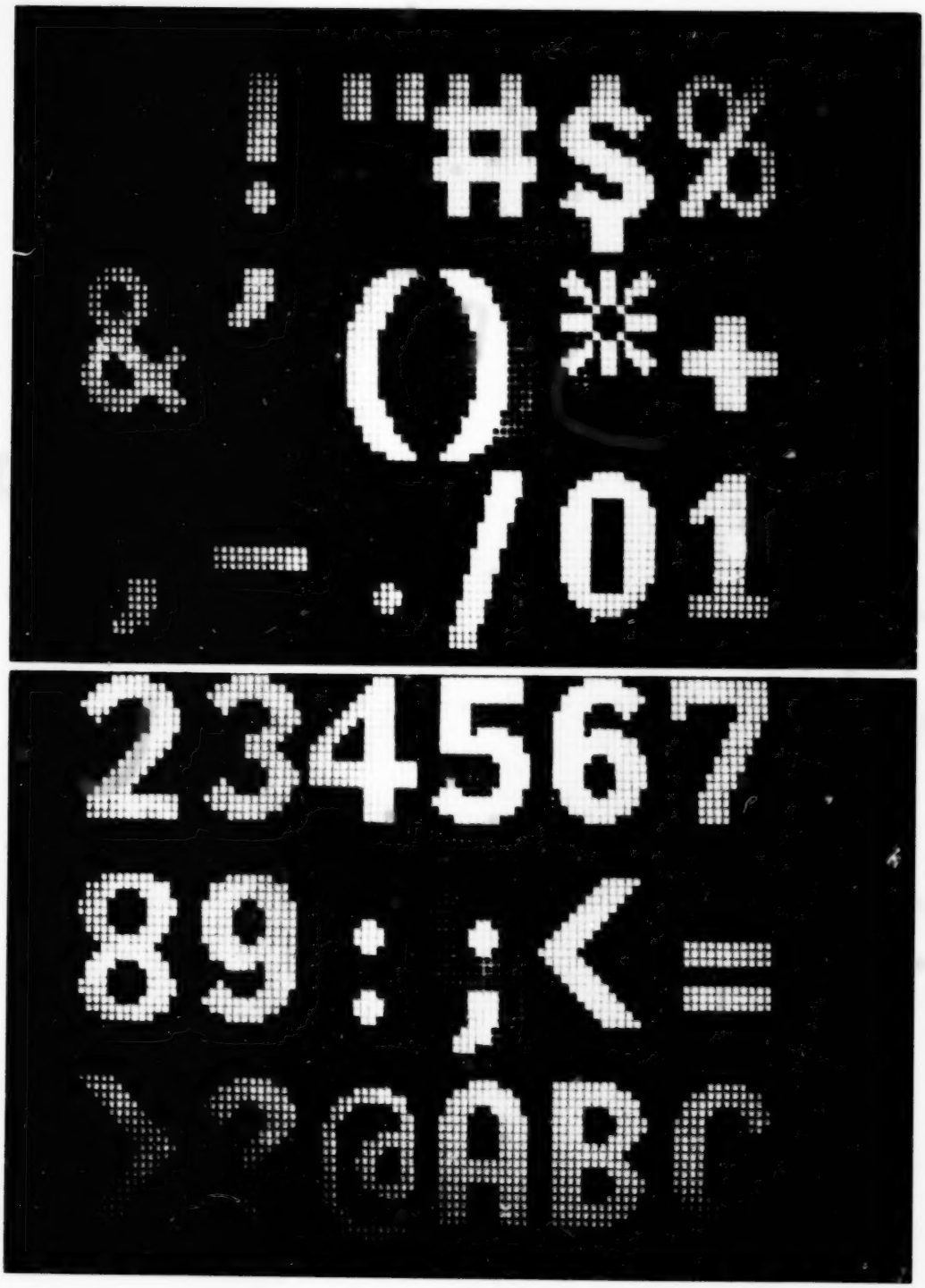


Figure 26. Détail du dessin du style de caractère Bronsard-Cartier 0 (page 1 de 3)

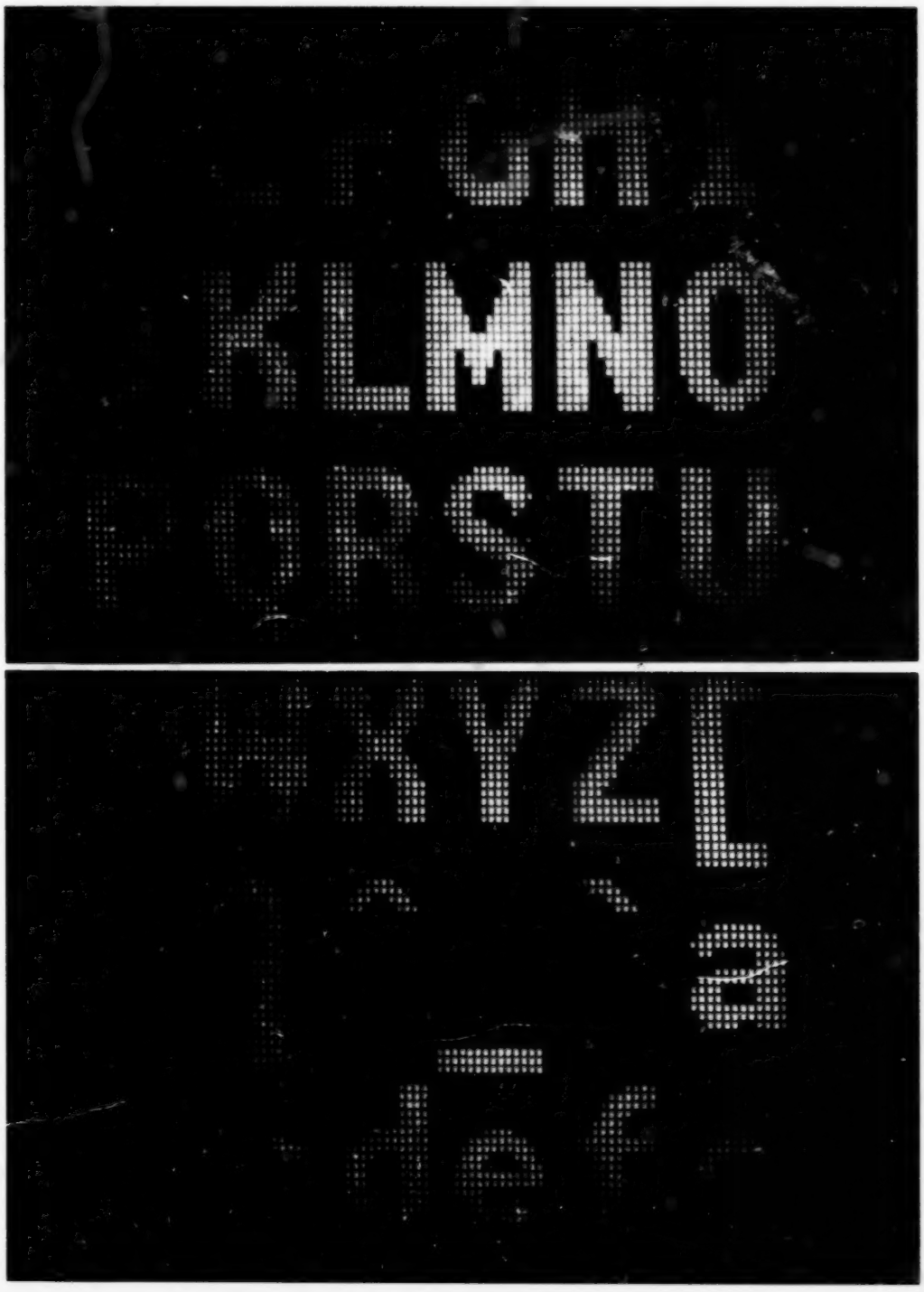


Figure 26. Détail du dessin du style de caractère Bronsard-Cartier 0 (page 2 de 3)

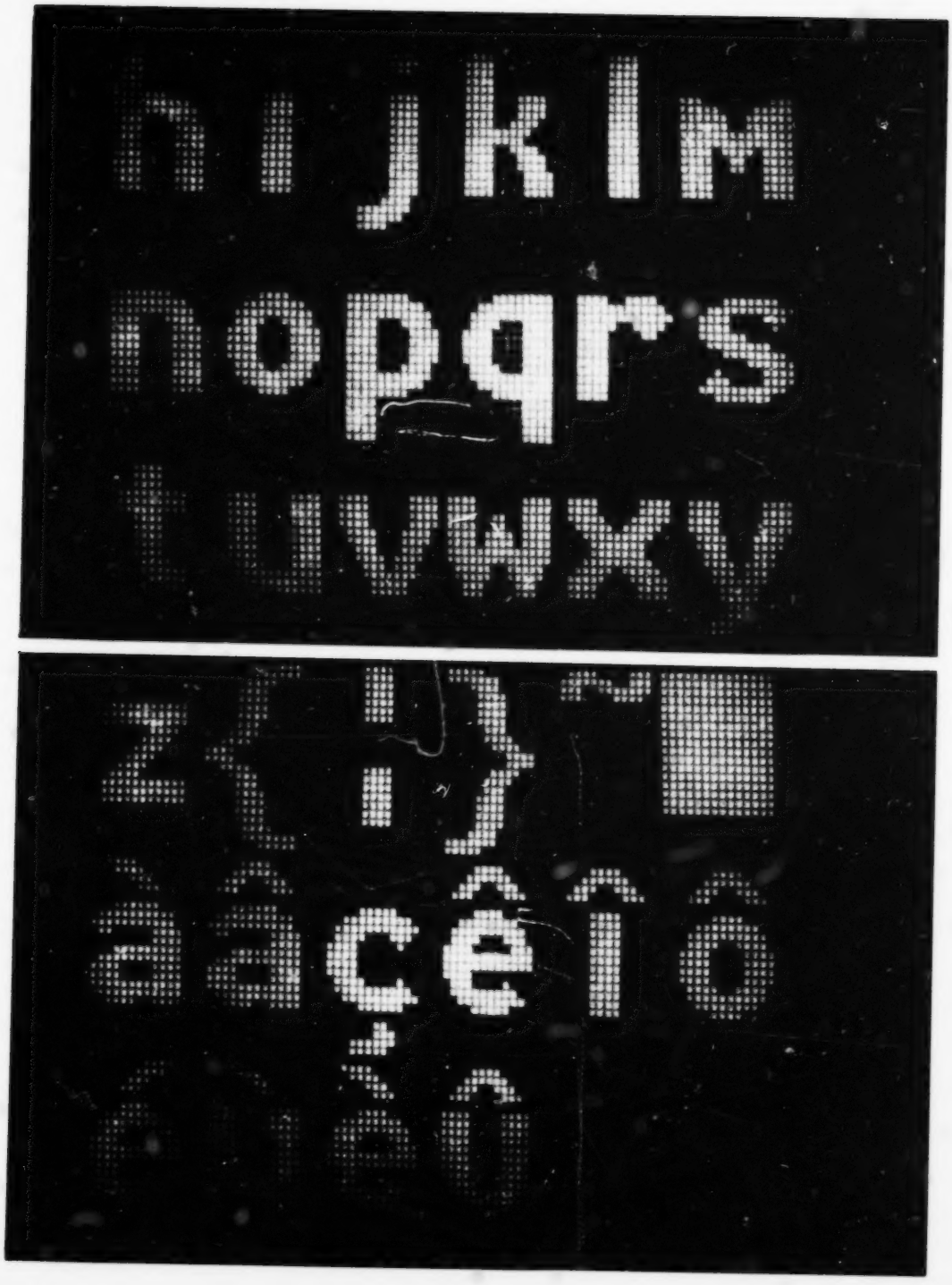


Figure 26. Détail du dessin du style de caractère Bronsard-Cartier 0 (page 3 de 3)

Plus récemment, on a aussi confié à M. Bronsard la tâche d'élaborer un jeu de caractères international G2 pour les terminaux Télidon. On a conçu deux modèles correspondant aux dimensions des modèles Bronsard 2 et 3. Ces jeux ont été baptisés Bronsard 2-G2 et Bronsard 3-G2. Les figures 27 et 28 illustrent le détail du dessin de ces deux jeux de caractères. Les figures 29 et 30 montrent l'aspect d'un affichage produit à l'aide de ces caractères.

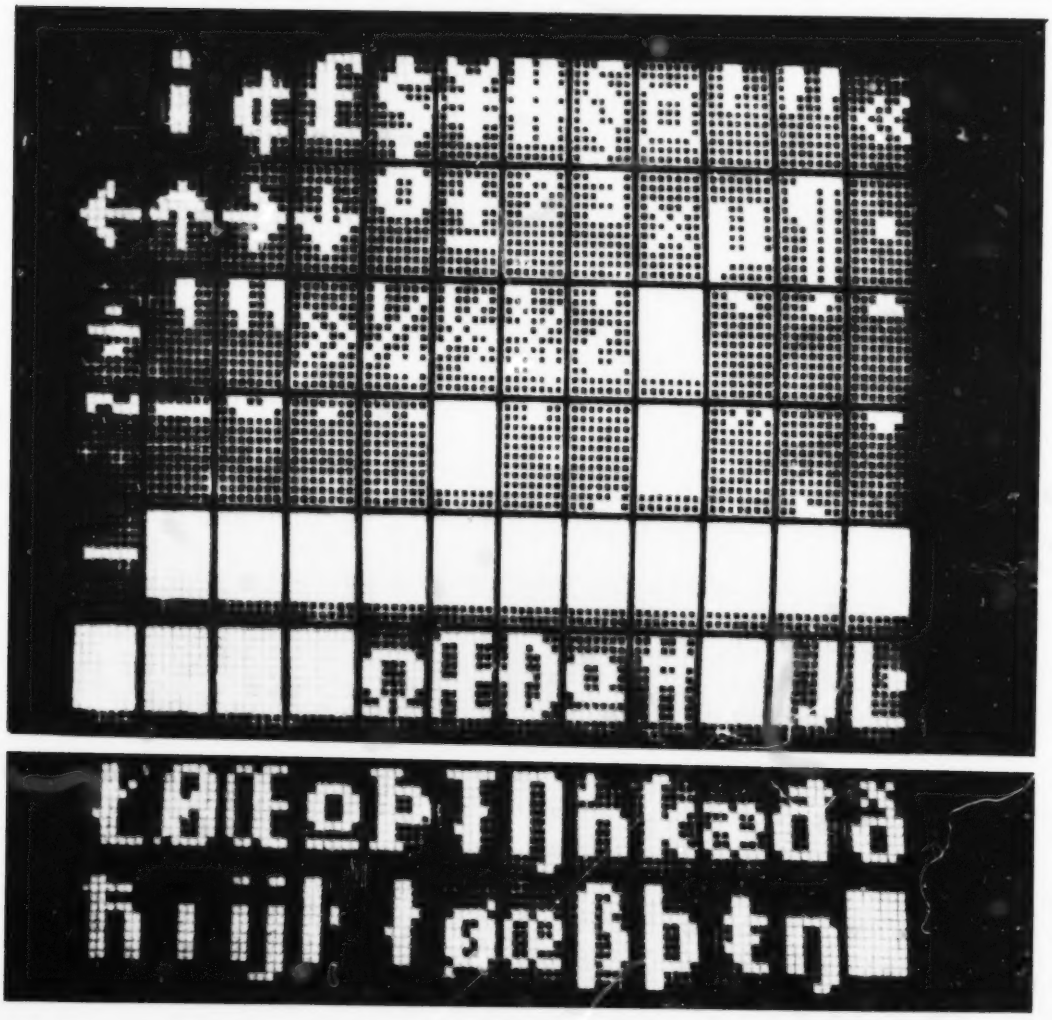


Figure 27. Détail du dessin du style de caractère Bronsard 2-G2

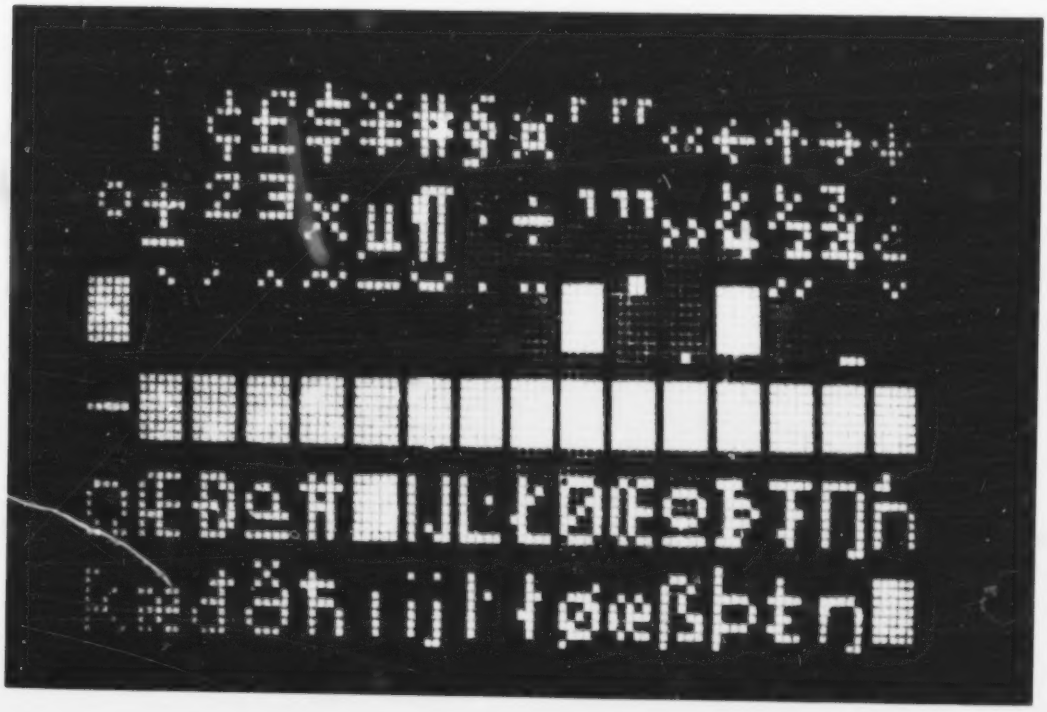


Figure 28. Détail du dessin du style de caractère Bronsard 3-G2

Figure 29. Apparence du jeu de caractères Bronsard 2-G2.

Figure 30. Apparence du jeu de caractères Bronsard 3-G2

4. CONCLUSIONS

Bien que le travail se poursuive encore, on a identifié certains problèmes et on peut faire quelques recommandations relativement à l'affichage de textes sur écran de visualisation d'une définition de 240 x 320 éléments d'image.

1. On n'a pas observé de différences entre les vitesses de lecture selon qu'on utilise des majuscules ou des minuscules pour un affichage à la télévision. On peut donc s'en tenir aux usages établis quant au choix du type de caractères.

2. Les résultats des expériences de lisibilité tendent à démontrer que l'espacement optimal des lettres et des lignes d'un texte dépendent du dessin du jeu de caractères utilisé. Plus précisément, on a fait l'hypothèse selon laquelle ces espacements dépendraient de l'étendue avec laquelle les lettres emplissent les matrices de caractères.

3. On considère généralement que l'espacement proportionnel améliore la lisibilité d'un texte. On devrait donc l'utiliser lorsque c'est possible.

4. Il est préférable de réduire l'espacement des mots lorsqu'on utilise un espacement proportionnel. Dans le cas de jeux de caractères de dimensions 5 x 8 ou 7 x 11, l'espacement préféré des mots était de 6 éléments d'image lorsque l'espacement des lettres composant ces mots était de 2 éléments d'image.

5. Les téléspectateurs préfèrent des espacements de lettres légèrement plus grands que ceux qui ont été déterminés à partir des expériences de lisibilité. Cependant, les préférences individuelles varient beaucoup d'une personne à l'autre. On ignore les causes de ces variations.

6. Les accents doivent être placés au-dessus des lettres de façon à ce qu'un espace d'un élément d'image sépare l'accent de la lettre. On ne devrait pas procéder à des modifications importantes de la forme habituelle des lettres pour placer des accents.

7. On doit établir le contenu des images avec soin lorsqu'on utilise les signaux vidéo complexes du CNST. Un modèle approprié de jeu de caractères donne un affichage noir et blanc acceptable. On doit être très prudent si on utilise des couleurs à cause du filage chromatique qui se produit alors sur le contour des couleurs. Pour pouvoir être complètement illuminés, les éléments verticaux doivent être larges d'au moins 2 éléments d'image. Le signal vidéo RVB permet d'éliminer la plupart des problèmes que pose l'utilisation du signal vidéo complexe du CNST. Il est donc préférable d'utiliser un signal vidéo RVB.

8. La création de jeux de caractères est un art qui requiert une formation spéciale. On a présenté dans ce rapport des modèles de jeux de caractères conçus par des graphistes professionnels. On recommande leur utilisation sur des tubes images de téléviseurs à masque d'ombre semblables à celui du téléviseur Electrohome modèle C40-852.

5. REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Susane Latrémouille pour l'aide qu'elle a apportée à la réalisation de certaines expériences ainsi que le groupe de communication des images pour l'aide technique apportée à l'établissement et à l'entretien des installations de laboratoire.

6. RÉFÉRENCES

Adams, M.J., *Models of Word Recognition*, Cognitive Psychology, 1979, 11:133-176.

Baudin, F., Personal Communication, 1979.

Bedford, A.V., *Mixed Highs in Colour Television*, Proceedings of the I.R.E., 1950, 38:1003-1009.

Bown, H.G., O'Brien, C.D., Sawchuk, W. and Storey, J.R., *Picture Description Instructions (PDI) for the Telidon Videotex System*, CRC Technical Note 699-E, Department of Communications, 1979.

Breland, K, and Breland, M.K., *Legibility of Newspaper Headlines Printed in Capitals and in Lower Case*, Journal of Applied Psychology, 1944, 28:117-120.

Bronsard, H.P., Personal Communication, 1980.

Buckle, A.T., *A Review of the Literature on the Legibility of Alphanumerics on Electronic Displays*, U.S. Army Enginerring Laboratory, Technical Memorandum 16-77, 1977.

Carver, R.P., *Manual for the Basic Reading Rate Scale*, Silver Spring, Md.: Revrac Publications, 1971.

Condon, E.U., Bailey, S.L., Everitt, W.L., Fink, D.G. and Smith, N., *The Present Status of Color Television*, Proceedings of the I.R.E., 1950, 38:980-996.

Hewson, D., Personal Communication, 1979.

Lane, M., Personal Communication, 1980.

Mason, M., *Reading Ability and Letter Search Time: Effects of Orthographic Structure Defined by Single-letter Positional Frequency*, Journal of Experimental Psychology: General, 1975, 104:146-166.

Mewhort, D.J.K, *Sequential Redundancy and Letter Spacing as Determinants of Tachistoscopic Recognition*, Canadian Journal of Psychology, 1966, 10:435-444.

Paterson, D.G. and Tinker, M.A., *Readability of Newspaper Headlines Printed in Capitals and Lower Case*, Journal of Applied Psychology, 1946, 30:161-168.

Poulton, E.C. and Brown, C.H., *Rate of Comprehension of an Existing Teleprinter Output and of Possible Alternatives*, Journal of Applied Psychology, 1968, 52:16-21.

Pritchard, D.H., *U.S. Color Television Fundamentals: A Review*, SMPTE Journal, 1977, 86:819-828.

Scanlan, L.A. and Carel, W.L., *Human Performance Evaluation of Matrix Displays: Literature and Technology Review*, Aerospace Medical Research Laboratory, AMRL-TR-76-39, 1976.

Shurtleff, D.A., *Studies in Television Legibility*, Information Display, Jan/Feb 1967, pp 40-45.

SMPTE Recommended Practices, RP27.3, Society of Motion Picture and Television Engineers, 1972.

Snyder, H.L. and Maddox, M.E., *Information Transfer from Computer-generated Dot-matrix Displays*, Report HFL-78-3/ARO-78-1, U.S. Army Research Office, Research Triangle Park, N.C., 1978.

Tinker, M.A., *Examiner's Manual for the Tinker Speed of Reading Test*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1955.

Tinker, M.A., *Bases for Effective Reading*, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1965.

Tinker, M.A. and Paterson, D.G., *Influence of Type Form on Eye Movements*, Journal of Experimental Psychology, 1939, 25:528-531.

Treurniet, W.C., *Spacing of Characters on a Television Display*, In P.A. Kolers, M.E. Wrolstad, and H. Bouma (Eds.), Processing of Visible Language 2, New York: Plenum Press, 1980.

Warren, A.L., *The Perceptibility of Lower Case and All Capitals Newspaper Headlines*, Masters' Thesis (1942) abstracted in Cornog, D.Y. and Rose, F.C. (Eds.), Legibility of Alphanumeric Characters and Other Symbols. II. A Reference Handbook, National Bureau of Standards, Misc. 262-2, 1967.

DONNÉES DE CONTRÔLE DE DOCUMENT DU CRC

1. ORIGINE: Ministère des Communications/Centre de recherches sur les Communications

2. N DU DOCUMENT: Note technique n° 705-F du CRC

3. DATE: Mai 1981

4. TITRE DU DOCUMENT: Affichage de textes à la télévision

5. AUTEUR(s): W.C. Treurniet

6. MOTS-CLÉS: (1) textes

(2) télévision

(3) affichage

7. DOMAINE D'APPLICATION ET GROUPE (COSATI)

05 Sciences sociales et du comportement

05 05 Études des facteurs humains

8. RESUMÉ:

Le service de vidéotex permet au public d'avoir accès aux différents types d'information des centres de données. L'information textuelle et graphique y est présentée sur des téléviseurs semblables à ceux qu'on trouve actuellement dans nos maisons. Ce rapport traite des problèmes techniques et de conception graphique reliés à l'affichage de ce genre d'information sur les écrans de téléviseurs couleurs. On y expose aussi les résultats de nombreuses études concernant l'affichage de texte et on y discute des avantages relatifs des signaux vidéo rouge-vert-bleu et des signaux vidéo complexes.

9. CITATION: